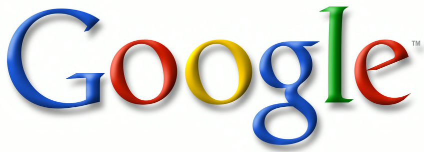
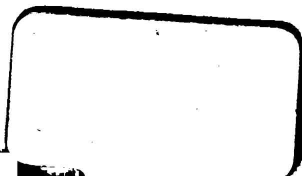
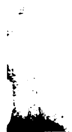




~~x-x. 2.~~





L'ANNÉE SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE

OU

EXPOSÉ ANNUEL DES TRAVAUX SCIENTIFIQUES, DES INVENTIONS
ET DES PRINCIPALES APPLICATIONS DE LA SCIENCE
A L'INDUSTRIE ET AUX ARTS, QUI ONT ATTIRÉ L'ATTENTION PUBLIQUE
EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

PAR

LOUIS FIGUIER

PREMIÈRE ANNÉE

PARIS
LIBRAIRIE DE L. HACHETTE ET Cie
RUE PIERRE-SARRAZIN, N° 14

1857

AVANT-PROPOS.

Il a existé, pendant les deux derniers siècles, un grand nombre de recueils qui étaient consacrés à donner les nouvelles du monde littéraire, à raconter l'événement philosophique du jour, à faire connaître le texte authentique de l'*in-promptu* qui occupait la cour et la ville, à citer l'épigramme ou la chanson qui ébranlait l'autorité du ministre tout-puissant à Versailles, à critiquer l'œuvre scénique pour laquelle on s'était battu la veille dans le parterre du théâtre, à dire les faits et gestes du comédien en renom ou de la danseuse régnante. Aujourd'hui, les choses purement littéraires intéressent moins exclusivement les esprits. Sans vouloir, en aucune manière, porter atteinte au mérite des lettres, qui seront toujours le premier honneur et la première force de la nation française, on peut faire remarquer que, depuis une certaine période d'années, des besoins nouveaux se sont manifestés parmi nous. Les sciences, que le vulgaire a dû négliger tant qu'il n'a pas compris leur utilité immédiate, ont, depuis le commencement de ce siècle, étendu leur empire d'une façon souveraine. Elles n'en sont plus aujourd'hui à solli-

citer timidement l'attention publique. Elles s'imposent par elles-mêmes; elles s'imposent par les bienfaits qu'elles répandent autour d'elles. Personne n'est le maître, désormais, de rester étranger ou indifférent à la connaissance des éléments généraux des sciences, parce que chacun participe aux avantages qui en résultent, parce que chacun est appelé continuellement à tirer parti de leurs applications. De nos jours, la science intervient partout : on la trouve dans nos voies de transport rapide, dans nos moyens de correspondance instantanée, dans les dispositions des demeures qui nous abritent, dans la lumière artificielle qui nous éclaire, et jusque dans le foyer qui nous réchauffe. En apportant dans toutes les branches de l'industrie ses enseignements féconds, la science a enrichi la génération actuelle. Elle a augmenté, dans une proportion inespérée, son bien-être matériel; en ajoutant à sa puissance physique, elle a étendu la sphère de son activité intellectuelle; elle est devenue enfin l'une des principales forces des États modernes, force qui a manqué au monde ancien.

Un mouvement sensible s'opère en France depuis quelques années, pour vulgariser, par des ouvrages populaires, par des publications diverses ou des recueils périodiques, les notions des sciences positives, et répondre ainsi aux besoins de notre époque. Ce sont là des efforts auxquels on ne saurait trop applaudir.

Mais il ne suffit pas d'initier le public, par des ouvrages didactiques, aux principes généraux des sciences, d'exposer les grands faits, les découvertes capitales connues et déjà passées dans la pratique. La marche des sciences est incessante, et chaque jour signale pour elles

un progrès nouveau. Faire connaître et répandre leurs conquêtes diverses, au fur et à mesure qu'elles sont réalisées, est encore une tâche éminemment utile. Pour le manufacturier, pour le commerçant, pour l'agriculteur, il y a profit ou intérêt à être tenu au courant des résultats nouveaux, des faits récemment observés, des progrès qui viennent de s'accomplir dans les différentes branches de nos connaissances positives.

C'est le tableau de ces acquisitions journalières des sciences appliquées, que j'entreprends de tracer dans ce recueil. Rédacteur du bulletin scientifique hebdomadaire dans un grand journal quotidien, il m'est ainsi plus facile de donner un résumé annuel des progrès des sciences et de l'industrie.

Il serait superflu d'ajouter que l'on ne doit pas s'attendre à trouver dans cet ouvrage un inventaire complet et minutieux de tout ce qui a été fait, pendant le cours de l'année, dans les diverses sciences. Le titre de ce livre indique suffisamment qu'il ne s'agit ici que des travaux les plus importants dans les sciences appliquées, de ceux qui, en France ou à l'etranger, ont particulièrement éveillé l'attention publique. Mais en se renfermant dans un cadre modeste, en s'attachant, de préférence, aux faits d'un intérêt général, on peut composer un recueil qui intéresse la masse du public, qui s'adresse au savant comme au vulgaire, à l'industriel, au manufacturier, à l'agriculteur, aussi bien qu'à l'homme du monde et à l'amateur des sciences; une œuvre, en un mot, qui soit à la fois utile et agréable à un nombre considérable de lecteurs.

Tel est le but de l'*Année scientifique et industrielle*. Cette publication paraîtra régulièrement dans les derniers

jours du mois de décembre de chaque année, de manière à présenter le résumé exact des découvertes scientifiques et industrielles qui ont eu le privilége d'attirer l'attention publique pendant le cours de l'année écoulée.

Paris, 31 décembre 1856.

L'ANNÉE
SCIENTIFIQUE
ET INDUSTRIELLE.

I

LE PERCEMENT DE L'ISTHME DE SUEZ.

La civilisation tout entière est intéressée à l'œuvre admirable du percement de l'isthme de Suez; aussi cette question excite-t-elle en ce moment chez tous les peuples le plus ardent intérêt. Il n'est personne qui ne désire être exactement renseigné sur cette magnifique entreprise, sur les circonstances qui l'ont amenée et qui doivent faciliter son exécution, sur les chances de son accomplissement prochain, sur les résultats qu'elle est appelée à produire dans l'équilibre du monde et les intérêts du commerce universel.

C'est pour répondre à ces désirs du public que nous allons essayer de présenter un exposé sommaire de la question de l'établissement d'un canal maritime de la Méditerranée à la mer Rouge. Laissant de côté les considérations politiques, internationales ou commerciales, nous examinerons ce sujet au seul point de vue technique ou scienti-

fique. L'exécution matérielle de la voie maritime qui se prépare, et les diverses questions qui se rattachent à ce point principal, tel est l'objet que nous allons considérer dans cette étude[1].

I

Histoire des divers projets relatifs au canal de Suez. — Le canal de Nécos. — Sa destruction sous les califes. — Projet de Leibnitz. — Bonaparte. — Erreur des ingénieurs de l'expédition d'Egypte. — Origine du projet actuel. — M. de Lesseps. — Firman de concession du pacha d'Égypte. — Travaux de la Commission internationale.

Depuis les temps les plus reculés, les intérêts commerciaux ont appelé l'attention du monde sur la jonction de la Méditerranée et de la mer Rouge. Ces deux mers ne sont, en effet, séparées l'une de l'autre que par un intervalle de 30 lieues, intervalle qui était beaucoup moindre au commencement des temps historiques, et qui, selon toute apparence, devait être nul dans les premiers âges du monde, de telle sorte que les deux mers communiquaient alors librement entre elles. Des dépôts de sable, des alluvions jetées par la Méditerranée et la mer Rouge, ont sans doute élevé peu à peu la barrière qui sépare aujourd'hui l'Égypte de l'Asie. On comprend donc que la réunion de ces deux mers, qui baignent de riantes et fertiles contrées, ait préoccupé, à toutes les époques, les souverains et les conquérants de l'Égypte. Les avantages offerts par ce grand projet firent tenter plus d'une fois l'accomplissement d'une œuvre si éminemment utile aux relations des peuples de notre hémisphère.

Il est établi historiquement qu'un canal reliant la Mé-

1. La carte représentant l'isthme de Suez, qui se trouve placée à la fin de ce volume, permettra au lecteur de suivre facilement tous les détails de cet exposé.

diterranée à la mer Rouge a existé en Égypte dès les temps les plus reculés, et ne disparut que par la négligence des populations à demi barbares de ces contrées. Seulement, ce canal n'était pas la jonction naturelle des deux mers; le Nil avait été pris comme moyen intermédiaire. Un canal avait été creusé entre la mer Rouge et le Nil, et le reste de la communication avec la mer s'établissait par l'embouchure de ce grand fleuve dans la Méditerranée.

Entrepris par Nécos, fils de Psamméticus, 630 ans avant l'ère chrétienne, ce canal fut achevé par Darius, fils d'Hystaspe, après que les Perses se furent emparés de l'Égypte. Hérodote, témoin oculaire de ce qu'il raconte, cinquante ans après Darius, l'a vu en pleine activité. Il commençait à Bubaste, sur le Nil; se dirigeant à l'est et ensuite au sud, il venait aboutir, sur la mer Rouge, à Patymos. Les Ptolémées l'entretinrent et l'améliorèrent. Strabon, plus exact encore qu'Hérodote, et qui voyageait en Égypte peu de temps avant l'ère chrétienne, vit aussi le canal chargé de navires. Les empereurs romains, et surtout Adrien, y firent exécuter des travaux et des accroissements considérables. Mais les califes, qui l'avaient fait d'abord réparer, le laissèrent dépérir, et il paraît que la navigation cessa complétement en 775, sous le califat d'Abou Giafar-al-Mansour. On trouve encore, sur le sol égyptien, des traces nombreuses et très-apparentes de cette ancienne voie de navigation.

Vers le milieu du XVII[e] siècle, Leibnitz présenta à Louis XIV un mémoire sur le rétablissement de la navigation ouverte par les pharaons, et fermée par l'incurie des califes. Pendant près de huit années consécutives, le marquis de Nointel, ambassadeur de France à Constantinople, s'épuisa en efforts infructueux auprès de la Sublime Porte. En 1758, sous le règne du sultan Moustapha III, le baron de Tott faisait encore une dernière tentative; mais,

à cette époque, un abîme séparait l'Orient de l'Occident. C'est à la République française qu'était réservée la gloire de porter dans ces contrées les bienfaits de la civilisation, et de réveiller l'Égypte de son sommeil séculaire.

Napoléon, dès son arrivée en Égypte, chargea une commission d'ingénieurs de rechercher s'il serait possible de rétablir l'ancienne voie de navigation intérieure qui avait existé dans ce pays. La question fut résolue par ces savants dans le sens affirmatif. Le rapport composé à ce sujet par l'ingénieur Lepère fut remis à Paris, le 6 décembre 1800, au premier consul; il fait partie de la grande publication qui renferme la collection des travaux des savants de l'expédition d'Égypte.

Mais ce travail, qui constitue une pièce historique très-intéressante, contenait une erreur des plus graves, et qui a été souvent reprochée aux ingénieurs chargés des opérations du nivellement. C'est, en effet, dans ce rapport que se trouve confirmée, par des observations bien faites en apparence, cette assertion, renouvelée des anciens, que le niveau de la mer Rouge est plus élevé que celui de la Méditerranée. Suivant les ingénieurs dont M. Lepère résumait les opérations, la mer Rouge était de 9^{m}, 908 au-dessus de l'autre mer, qui n'en était cependant éloignée que de 30 lieues. Les difficultés que durent rencontrer les opérations du nivellement, accomplies précipitamment, sous la seule protection des armées et presque sous le feu de l'ennemi, expliquent et font comprendre cette erreur. Mais hâtons-nous de dire que cette opinion ne fut pas admise par tous les savants de cette époque. L'illustre Laplace protesta toujours contre ce résultat extraordinaire, que ses théories sur le système du monde et l'équilibre des mers ne lui permettaient pas d'accueillir. Le grand mathématicien Fourier partageait l'avis de Laplace, et il l'a exprimé un grand nombre de fois.

De nos jours, il a été constaté, par plusieurs vérifica-

tions irrécusables, que le génie pénétrant de Laplace et de Fourier avait eu raison contre les ingénieurs de la Commission d'Égypte, et que les deux mers, sauf la différence des marées, sont parfaitement de niveau. C'est un fait qui est désormais acquis à la science.

Le canal que proposait d'établir M. Lepère n'était que l'ancien canal des pharaons. Selon ses calculs, ce travail devait coûter seulement de 25 à 30 millions. La prise d'eau était à Bubaste, sur le Nil, avec une dérivation sur le Caire, en amont. De Bubaste, il se dirigeait par l'*Ouadée-Toumilat* vers le lac *Timsah;* tournant au sud, il descendait vers Suez et la mer Rouge. C'était donc toujours la pensée d'un canal purement égyptien, destiné uniquement à relier le Caire à Suez et le Nil à la mer Rouge. La longueur de ce canal devait être assez petite, et il ne devait guère livrer passage qu'à de grosses barques.

Le départ de Bonaparte et la mort de Kléber empêchèrent de mettre ce projet à exécution. Lorsque M. Lepère lui remit, à son départ pour la France, le rapport de la Commission : « La chose est grande, dit Bonaparte, ce n'est pas moi qui pourrai l'accomplir ; mais le gouvernement turc trouvera peut-être un jour sa conservation et sa gloire dans l'exécution de ce projet. »

Méhémet-Ali reçut quelques propositions pour relier le Nil à la mer Rouge. Le prince de Metternich, entre autres, lui avait adressé des instructions pour l'engager à tenter cette grande entreprise; mais il les repoussa. Le moment n'était pas encore arrivé pour l'Égypte de voir s'exécuter un projet destiné à transformer ce pays.

En 1840, l'Europe s'émut sérieusement de la situation de l'Égypte, à l'occasion des éventualités de guerre que soulevait la question d'Orient. L'attention se portait vers ces vastes et belles contrées, qui menaçaient de devenir le théâtre d'une guerre européenne. C'est à la suite de ces préoccupations que, dans l'année 1841, des officiers an-

glais constatèrent, à l'aide de procédés imparfaits d'ailleurs[1], que la Commission d'Égypte s'était trompée dans ses nivellements des deux mers. C'est ce qu'avait déjà dit, dès 1834, dans une enquête faite à cette époque, le major Chesney. Bien que les observations de cet officier ne se rapportassent qu'à une recherche scientifique, elles se rattachaient étroitement à la question de l'ouverture de l'isthme; car, selon qu'elles auraient donné un résultat positif ou négatif, le travail pouvait présenter des difficultés plus ou moins grandes : il est donc juste de rappeler ici les travaux de ce savant.

Vers la même époque, c'est-à-dire en février 1841, M. Linant-bey (Linant de Bellefonts), ingénieur en chef du vice-roi d'Égypte, qui depuis longues années s'était occupé du grand projet d'un canal maritime à travers l'isthme de Suez, formait, avec M. Anderson, aujourd'hui directeur de la Compagnie péninsulaire orientale, et MM. John Gliddon et George Gliddon, une société pour préparer la construction d'un canal direct de Suez à Péluse : M. Linant-bey en avait démontré la possibilité. Cette première société n'eut pas de suite.

En 1846, ce fut encore d'après les plans de M. Linant-bey, que se forma, par les soins de M. Enfantin, le célèbre chef de l'école saint-simonienne, une société nouvelle dont MM. Stephenson, Negrelli et Paulin Talabot furent les membres principaux. Elle s'intitula : *Société d'études du canal de Suez*, et se donna pour mission de compléter les projets de M. Linant-bey, et de vérifier si, comme il le pensait, il était « possible de créer une sorte de bosphore dans le désert de Suez. »

La question du nivellement fut donc reprise en 1847, et cette fois complétement résolue, par les ingénieurs européens et égyptiens, que dirigeaient M. Linant-bey et

1. Par l'observation de la température de l'ébullition de l'eau et de la hauteur du baromètre.

M. Bourdaloue. Ces recherches sur le sol étaient les préliminaires d'un projet nouveau pour unir, disait-on, les deux mers. A la fin de 1847, M. Paulin Talabot publia le résultat des travaux accomplis pour le nivellement. C'est M. Talabot qui eut le mérite de consigner le premier, dans un mémoire important, ce grand fait, que les deux mers qu'il fallait unir étaient, sauf la différence des marées, à un niveau parfaitement égal.

Mais ce n'est pas au seul point de vue de la science que M. Paulin Talabot avait fait exécuter ce travail : il voulait aussi construire un canal de communication entre les deux mers, et il produisait son projet personnel. Le canal qu'il proposait alors n'aboutissait point à Péluse, il allait de Suez au Caire, comme tous les autres; il traversait le Nil en rivière, et allait déboucher dans le port d'Alexandrie.

Le démenti que les opérations de 1847 donnaient à celles de 1799, touchant la différence de niveau des deux mers, émut le monde savant. Pour satisfaire à des réclamations qui s'efforçaient de défendre l'honneur de la Commission d'Égypte, M. Sabatier, consul général de France, demanda au vice-roi de faire procéder à une seconde vérification. Elle eut lieu en 1853, sous les ordres de M. Linant-bey, et confirma pleinement le travail excellent de 1847. M. Linant-bey ne trouva qu'une divergence insignifiante de $0^{m},18$. Ainsi, les deux mers étaient de niveau, et c'était de cette base, désormais assurée, que devaient partir tous les projets futurs.

Néanmoins, le projet conçu par les soins de M. Enfantin et d'après les plans de M. Paulin Talabot n'eut aucune suite.

Ce fut seulement sept années après, en 1854, que M. de Lesseps, ancien consul général au Caire, uni par les liens d'affection à la famille du pacha d'Égypte, et en particulier à Mohammed-Saïd, le nouveau vice-roi, conçut le grand projet qui est à la veille de s'accomplir. Il en fut

question entre eux, pour la première fois, dans un voyage que M. de Lesseps faisait avec le jeune prince, d'Alexandrie au Caire, à travers le désert libyque. Pénétré des résultats grandioses de cette entreprise, le vice-roi demanda à M. de Lesseps un mémoire sur ce sujet.

La possibilité de créer un canal de jonction entre les deux mers ne pouvait être l'objet d'aucun doute. Ce canal avait été trois fois exécuté ; il avait fonctionné du temps des pharaons, sous la domination des Ptolémées et sous celle des califes. Dès lors, la seule difficulté du problème, c'était le choix entre le tracé direct et le tracé indirect.

Le tracé direct consistait à trancher l'isthme qui sépare les deux mers, par une coupure à peu près droite, allant du sud au nord, c'est-à-dire de Suez à Péluse. Le tracé indirect devait partir de Suez, se diriger vers le Nil, et, traversant une grande partie de l'Égypte, aboutir au port d'Alexandrie.

Ces deux trajets présentaient, chacun en sa faveur, des autorités considérables.

La première résolution à prendre était donc de décider celui des deux systèmes qui présenterait à la fois les plus grandes facilités d'exécution et les plus grands avantages pour le développement et la rapidité de la navigation.

Quant aux résultats financiers, commerciaux, que devait présenter l'opération, pour tous les pays de l'Europe et pour l'Amérique du Nord, ils peuvent être résumés dans un chiffre expressif : *Sur une moyenne de cinq à six mille lieues, la route commerciale entre l'Occident et l'Orient devait se trouver abrégée, en moyenne, d'environ trois mille lieues.*

Ainsi, possibilité d'exécution, intérêt de tous les peuples navigateurs, progrès du commerce et de la civilisation, réalisation facile du capital nécessaire à l'achèvement des travaux par l'avantageuse et large rémunération de ce capital, tout se réunissait pour rendre le percement de l'isthme de Suez digne de la sollicitude des deux mondes.

C'est ce que M. de Lesseps chercha à faire ressortir dans le mémoire qu'il présenta en 1854 à Mohammed-Saïd, vice-roi d'Égypte. Ce prince, ayant approuvé ce projet, rendit un firman qui fut communiqué aux consuls généraux des puissances étrangères.

Ce firman, rendu le 30 novembre 1854, a trop d'importance pour que nous ne le reproduisions pas en entier :

Notre ami M. Ferdinand de Lesseps ayant appelé notre attention sur les avantages qui résulteraient pour l'Égypte de la jonction de la mer Méditerranée et de la mer Rouge par une voie navigable pour les grands navires, et nous ayant fait connaître la possibilité de constituer, à cet effet, une compagnie formée de capitalistes de toutes les nations, nous avons accueilli les combinaisons qu'il nous a soumises, et lui avons donné, par ces présentes, pouvoir exclusif de constituer et de diriger une compagnie universelle pour le percement de l'isthme de Suez et l'exploitation d'un canal entre les deux mers, avec faculté d'entreprendre ou de faire entreprendre tous travaux et constructions, à la charge par la Compagnie de donner préalablement toute indemnité aux particuliers en cas d'expropriation pour cause d'utilité publique; le tout dans les limites et avec les conditions et charges déterminées dans les articles qui suivent :

Art. 1er. M. Ferdinand de Lesseps constituera une compagnie, dont nous lui confions la direction, sous le nom de *Compagnie universelle du canal maritime de Suez*, pour le percement de l'isthme de Suez, l'exploitation d'un passage propre à la grande navigation, la fondation ou l'appropriation de deux entrées suffisantes, l'une sur la Méditerranée, l'autre sur la mer Rouge, et l'établissement d'un ou de deux ports.

Art. 2. Le directeur de la Compagnie sera toujours nommé par le gouvernement égyptien, et choisi, autant que possible, parmi les actionnaires les plus intéressés dans l'entreprise.

Art. 3. La durée de la concession est de quatre-vingt-dix-neuf ans, à partir du jour de l'ouverture du canal des deux mers.

Art. 4. Les travaux seront exécutés aux frais exclusifs de la Compagnie, à laquelle tous les terrains nécessaires n'appartenant pas à des particuliers seront concédés à titre gratuit. Les

fortifications que le gouvernement jugera à propos d'établir, ne seront point à la charge de la Compagnie.

Art. 5. Le gouvernement égyptien recevra annuellement de la Compagnie 15 pour 100 des bénéfices nets résultant du bilan de la Société, sans préjudice des intérêts et dividendes revenant aux actions qu'il se réserve de prendre pour son compte lors de leur émission, et sans aucune garantie de sa part dans l'exécution des travaux ni dans les opérations de la Compagnie. Le reste des bénéfices nets sera réparti ainsi qu'il suit :

75 pour 100 au profit de la Compagnie;

10 pour 100 au profit des membres fondateurs.

Art. 6. Les tarifs des droits de passage du canal de Suez, concertés entre la Compagnie et le vice-roi d'Égypte, et perçus par les agents de la Compagnie, seront toujours égaux pour toutes les nations, aucun avantage particulier ne pouvant jamais être stipulé au profit exclusif d'aucune d'elles.

Art. 7. Dans le cas où la Compagnie jugerait nécessaire de rattacher, par une voie navigable, le Nil au passage direct de l'isthme, et dans celui où le canal maritime suivrait un tracé indirect desservi par l'eau du Nil, le gouvernement égyptien abandonnerait à la Compagnie les terrains du domaine public aujourd'hui incultes, qui seraient arrosés et cultivés à ses frais ou par ses soins.

La Compagnie jouira, sans impôts, desdits terrains pendant dix ans, à partir du jour de l'ouverture du canal; durant les quatre-vingt-neuf ans qui resteront à s'écouler jusqu'à l'expiration de la concession, elle payera la dîme au gouvernement égyptien; après quoi, elle ne pourra continuer à jouir des terrains ci-dessus mentionnés qu'autant qu'elle payera audit gouvernement un impôt égal à celui qui sera affecté aux terrains de même nature.

Art. 8. Pour éviter toute difficulté au sujet des terrains qui seront abandonnés à la Compagnie concessionnaire, un plan dressé par M. Linant-bey, notre commissaire ingénieur auprès de la Compagnie, indiquera les terrains concédés, tant pour la traversée et les établissements du canal maritime et du canal d'alimentation dérivé du Nil, que pour les exploitations de culture, conformément aux stipulations de l'article 7.

Il est, en outre, entendu que toute spéculation est, dès à présent, interdite sur les terrains du domaine public à concéder, et que les terrains appartenant antérieurement à des

particuliers, et que les propriétaires voudront plus tard faire arroser par les eaux du canal d'alimentation exécuté aux frais de la Compagnie, payeront une redevance de.... par feddan cultivé[1], ou une redevance fixée amiablement entre le gouvernement égyptien et la Compagnie.

Art. 9. Il est enfin accordé à la Compagnie concessionnaire la faculté d'extraire des mines et carrières appartenant au domaine public, sans payer de droits, tous les matériaux nécessaires aux travaux du canal et aux constructions qui en dépendront, de même qu'elle jouira de la libre entrée de toutes les machines et matériaux qu'elle fera venir de l'étranger pour l'exploitation de sa concession.

Art. 10. A l'expiration de la concession, le gouvernement égyptien sera substitué à la Compagnie, jouira sans réserve de tous ses droits et entrera en pleine possession du canal des deux mers et de tous les établissements qui en dépendront. Un arrangement amiable ou par arbitrage déterminera l'indemnité à allouer à la Compagnie pour l'abandon de son matériel et des objets mobiliers.

Art. 11. Les statuts de la Société nous seront ultérieurement soumis par le directeur de la Compagnie, et devront être revêtus de notre approbation. Les modifications qui pourraient être introduites plus tard devront préalablement recevoir notre sanction. Lesdits statuts mentionneront les noms des fondateurs, dont nous nous réservons d'approuver la liste. Cette liste comprendra les personnes dont les travaux, les études, les soins ou les capitaux auront antérieurement contribué à l'exécution de la grande entreprise du canal de Suez.

Art. 12. Nous promettons enfin notre bon et loyal concours et celui de tous les fonctionnaires de l'Égypte pour faciliter l'exécution et l'exploitation des présents pouvoirs.

Caire, le 30 novembre 1854.

Ce firman produisit en Europe une sensation immense. On salua avec transport l'annonce de l'exécution prochaine d'une œuvre que les intérêts du monde réclamaient depuis des siècles.

M. de Lesseps s'occupa aussitôt de faire soumettre à des études approfondies les divers projets qui pou-

1. Le *feddan* égyptien correspond à peu près à un demi-hectare.

vaient être présentés pour le percement de l'isthme de Suez.

Comme nous l'avons dit plus haut, il fallait décider entre le trajet direct, c'est-à-dire la création d'un canal entièrement maritime, et qui devait recevoir les eaux des deux mers, de manière à former un *bosphore artificiel*, et le trajet indirect, dans lequel le Nil était employé comme moyen de communication intermédiaire. M. de Lesseps s'adressa donc aux ingénieurs les plus savants et les plus autorisés de l'Europe. Il les invita à composer une commission, qui devait se transporter sur les lieux, y vérifier les propositions de MM. Linant-bey et Mougel-bey ; et décider souverainement entre les deux tracés opposés.

M. de Lesseps fit appel à toutes les nations qui passaient pour les plus éclairées dans ce genre de travaux. L'Angleterre fournit MM. Rendel et Mac-Clean, ingénieurs illustres, et M. Ch. Manby, secrétaire de la Société des ingénieurs civils de Londres; sans compter le capitaine Harry-Hewet, mort depuis. L'Autriche fournit M. de Negrelli, conseiller de cour au ministère du commerce et inspecteur général des chemins de fer; le Piémont, M. Paleocapa, ministre des travaux publics à Turin; la Hollande, M. Conrad, ingénieur en chef du Water-Staat; la Prusse, M. Lentze, directeur des travaux de la Vistule; l'Espagne, don Cypriano Segundo Montesino, directeur général des travaux publics à Madrid; la France, MM. Renaud, inspecteur général et membre du conseil général des ponts et chaussées, et Lieusson, ingénieur-hydrographe de la marine. Une commission ainsi composée réunissait toutes les conditions exigées d'honorabilité et de haute compétence.

Le 30 et le 31 octobre 1855, cette commission se réunit à Paris. M. Rendel y était représenté par son fils et M. Pole, et outre les personnages nommés plus haut, MM. Linant-

bey et Mougel-bey y assistaient, avec M. de Lesseps, le vénérable M. Jomard et M. Barthélemy Saint-Hilaire.

Il fut résolu dans ces deux séances que la Commission partirait pour l'Égypte le 8 novembre ; ou se donna rendez-vous à Marseille sur le paquebot français.

Le 8 novembre 1855, la Commission internationale prenait la mer; elle arriva à Alexandrie, et elle se mit à l'œuvre dès le débarquement. C'est alors que commença, sur tout le projet projeté, le travail décisif de l'étude des lieux, des mesures géodésiques, des sondages, des nivellements, des observations barométriques, de l'exploration des plages, de l'étude géologique du sol, etc.

Mais quelques détails sur les travaux auxquels s'est livrée la Commission pendant son séjour en Égypte ne paraîtront pas ici sans intérêt.

Dès son arrivée à Alexandrie, la Commission, qui avait choisi pour président M. Conrad, et pour secrétaire M. Lieusson, examina, pendant trois jours, la rade et les environs de cette ville. Le 23, elle était reçue au barrage du Nil, par le vice-roi Mohammed-Saïd, qui ne cessa de la combler des marques de sa munificence, pour bien témoigner au monde de la haute importance qu'il attachait à ses travaux.

La Commission dut se transporter d'abord dans la haute Égypte, pour étudier, sur le cours même du Nil, diverses questions qui se rattachaient soit au régime du futur canal de Suez, soit à des travaux hydrauliques que médite le vice-roi pour l'irrigation de l'Égypte. Elle était de retour de cette excursion le 12 décembre; et le 15, elle partait du Caire pour Suez, où elle arrivait dans la matinée du 16.

La Commission consacra cinq jours à l'examen de la rade de Suez : elle y étudia le régime des eaux, des vents, des marées et des courants. Elle trouva cette rade excellente, et, d'après les sondages qu'elle y fit exécuter,

elle put reconnaître que les jetées pour le débouché du canal devraient avoir, tout au plus, 16 000 mètres de long.

Le 21 décembre, la Commission internationale commençait son exploration de l'isthme; cette exploration exigea dix jours pour les 30 lieues qui s'étendent de Suez à Péluse. On y vérifia tous les forages qui avaient été ordonnés et exécutés depuis près d'un an, et l'on reconnut toute la constitution géologique de l'isthme sur le tracé du canal maritime. Ces forages, y compris ceux des deux rades dans la mer Rouge et la Méditerranée, étaient au nombre de 19.

Pendant les deux premiers jours de marche dans le désert, la Commission suivit le lit de l'antique canal des pharaons, dont les berges subsistent encore en certains endroits, jusqu'à 25 pieds de haut, et dont la largeur est parfois de 40 à 50 mètres. Le 23, elle était au lieu nommé *Scheik-Ennedek*, sur les bords du lac *Timsah*. Se dirigeant alors à l'ouest par l'*Ouadée-Toumilat*, elle examinait la vallée où doit passer le canal d'eau douce qui se rendra du Caire au lac *Timsah*, et qui de là se bifurquera sur Péluse et sur Suez. Elle retrouvait dans l'*Ouadée-Toumilat* les vestiges du canal de Nécos; et le 25 décembre, elle campait sur les ruines de la ville que la Bible appelle *Rhamsès*, et que les Grecs nommaient *Heroopolis*. Le 28 décembre, la Commission atteignait Péluse et les bords de la Méditerranée.

L'examen de l'isthme avait prouvé qu'il n'y aurait aucune difficulté sérieuse à y creuser le futur canal. Le sol, qui est partout excellent, est aussi partout à peu près complétement uni. Les instruments de nivellement y révèlent pourtant, à de grands intervalles, des ondulations qui échapperaient à l'œil nu. Tantôt le sol s'abaisse au-dessous du niveau des deux mers, tantôt il s'élève un peu au-dessus. Le point culminant est à *El-Guiss*, au seuil du

Sérapéum; et là, sur une étendue très-limitée d'ailleurs, les déblais pourront avoir 14 ou 15 mètres. Un tel travail n'est rien pour l'art de l'ingénieur, et comme le sous-sol est en général assez compacte, les levées et les berges seront parfaitement solides sous la seule inclinaison naturelle des terres. Les prétendus sables mobiles, dont on se faisait une si redoutable idée, n'existent pas, ou, s'ils existent, leur action est tellement faible, que les futurs travaux n'ont rien à en redouter.

Une question qui avait vivement préoccupé avant l'examen des lieux par la Commission internationale, c'était l'établissement d'un port sur la Méditerranée. On avait élevé de sérieuses critiques contre le projet de creuser un port sur la côte de Péluse. L'examen des localités révéla bientôt un fait capital, une véritable bonne fortune que la nature semble avoir préparée tout exprès pour la réalisation de cette admirable entreprise. C'est l'existence, vers le milieu de l'isthme, d'une immense excavation connue sous le nom de *lac Timsah*, et qui servira de port intérieur aux navires engagés dans le canal maritime.

Dans le bassin du lac *Timsah*, qui communique déjà naturellement par l'*Ouadée-Toumilat* avec le Nil, on pourra en effet créer un port intérieur aussi vaste qu'on le voudra, puisqu'il a presque l'étendue de la rade de Toulon. Ce port servira de point de ravitaillement aux navires, et, de plus, il reliera le grand canal maritime au reste de l'Égypte, au Caire, au Delta, à Alexandrie.

Le 28 décembre, la Commission explorait la rade de Péluse en tous sens, et elle y demeurait jusqu'au 31. Ce jour-là, elle y montait à bord de la frégate égyptienne *le Nil*, pour rentrer dans le port d'Alexandrie le 1er janvier 1856.

L'étude de la rade de Péluse a fait voir qu'elle offrait presque autant de facilités que celle de Suez. M. Labrousse,

ingénieur-hydrographe de la marine, chargé des sondages, les y a exécutés pendant près d'un mois et demi, et il a reconnu que les profondeurs de 9 mètres se trouvaient à 2300 mètres de la plage, vers la bouche de *Ghêmilé*, sur une longueur de plus de 5 lieues. Les jetées n'auront donc, tout au plus, que 2500 mètres de long. Les bancs de vase, dont on menaçait la navigation dans la rade de Péluse, n'existent pas, et le dépôt du limon du Nil ne se trouve que dans les grands fonds de la mer et au delà des profondeurs de 10 mètres. Les appréhensions qu'on s'est plu à répandre à ce sujet sont donc entièrement chimériques.

Ainsi, partout l'étude des lieux avait démontré à la Commission internationale que l'exécution de ce grand projet présenterait infiniment plus de facilités qu'on ne l'avait estimé d'avance. On avait reconnu, dès la première inspection, que le tracé indirect était complétement impraticable, et qu'il fallait absolument en écarter la pensée. On avait constaté en même temps, avec un bonheur facile à comprendre, que les écluses ou les moyens auxquels on avait dû songer pour atténuer, dans l'intérieur du canal maritime, l'effet des marées de la mer Rouge, seraient entièrement inutiles et devraient être supprimés.

L'exécution de tous ces travaux d'exploration n'avait pas exigé plus d'un mois et demi, car c'est le 1er janvier 1856 que la Commission internationale quittait Péluse et rentrait, à bord de la frégate égyptienne *le Nil*, dans Alexandrie, où elle apportait la bonne nouvelle du succès de l'expédition.

En effet, ce succès était immense. Le 3 janvier 1856, la Commission internationale pouvait remettre au vice-roi d'Égypte un rapport sommaire, où elle annonçait les admirables résultats que cette exploration avait mis en lumière. Elle déclarait en face du monde savant et de la

civilisation : « que le canal direct de Suez à Péluse est l'unique solution du problème, et qu'il n'y a pas d'autre moyen pratique de joindre la mer Rouge à la Méditerranée; — que l'exécution de ce canal maritime est facile, et que le succès en est assuré; — que les deux ports à créer à Suez et à Péluse n'offrent que des difficultés ordinaires, celui de Suez s'ouvrant sur une rade vaste et sûre, accessible en tout temps, et où l'on trouve 8 mètres d'eau à 1500 mètres du rivage; celui de Péluse étant placé entre les bouches d'*Oum-Fareg* et d'*Oum-Ghêmilé*, dans la région où l'on trouve les 8 mètres d'eau à 2300 mètres, par une tenue excellente et un appareillage facile. » Enfin, la Commission ajoutait que la dépense du canal ne dépasserait pas les 200 millions de francs portés dans l'*Avant-projet*.

Rentrée en Europe avant la fin de janvier 1856, la Commission internationale s'est occupée de son rapportt définitif. Elle avait demandé aux ingénieurs du vice-roi quelques documents complémentaires qui lui ont servi à terminer ses travaux. Elle s'est réunie à Paris le 23 juin 1856 pour arrêter ses résolutions définitives.

Quelques séances ont suffi à la Commission internationale pour fixer tous les points importants de l'exécution pratique du canal. Les décisions ont été prises d'une voix unanime. L'exécution de ce grand projet, qui sera l'un des plus beaux titres de gloire de notre siècle, est donc assurée dès aujourd'hui.

2

Exposé et comparaison des deux tracés, indirect et direct. — Projet Talabot.—Projet Barrault.—Impossibilité de tout tracé indirect.

Après l'exposé général qui précède, et ce tableau historique où nous avons essayé de retracer les phases princi-

pales suivies jusqu'à ce jour par la grande question qui nous occupe, nous pourrons plus facilement donner une idée exacte du tracé définitif adopté pour le percement de l'isthme de Suez, et faire ressortir en même temps les considérations, ou plutôt les faits, qui ont conduit à choisir le tracé direct, de préférence à la voie indirecte qui avait été proposée en même temps.

Nous commencerons par donner, en peu de mots, une idée du tracé indirect.

Deux projets avaient été présentés au public pour l'exécution de la voie indirecte : l'un était dû à M. Paulin Talabot, l'autre à M. Alexis Barrault.

Le projet de M. Talabot consistait à établir un canal partant d'Alexandrie et traversant toute la basse Égypte, pour aboutir au Nil, qu'il fallait franchir sur un immense pont, à peu de distance au-dessous du Caire. Au sortir du Nil, le canal descendait vers la mer Rouge, pour aboutir au port de Suez.

On avait d'abord songé à traverser directement le Nil, en profitant de la retenue d'eau que l'on aurait obtenue au moyen du grand barrage qui est établi à *Saidieh*. Mais la variabilité des eaux du Nil, la difficulté d'obtenir une profondeur suffisante, les irrégularités et l'interruption de navigation qui en seraient résultées pendant plusieurs mois de l'année, enfin les perturbations considérables qu'on aurait apportées, par ce moyen, au régime des eaux de ce fleuve, aux irrigations duquel l'Égypte doit sa richesse; en un mot, les impossibilités que l'on a reconnues à cette traversée en rivière, ont fait renoncer à ce premier projet. Ne pouvant songer sérieusement à traverser directement le Nil, M. Talabot a eu l'idée, pour obtenir une navigation non interrompue, de proposer une œuvre véritablement colossale et jusqu'à ce jour sans exemple, au moins sur ces proportions, dans les annales des travaux publics.

M. Talabot a proposé d'élever le canal au-dessus du Nil, pour franchir ce grand fleuve. Mais l'examen attentif de cette œuvre gigantesque va suffire pour démontrer combien elle serait impraticable, ou du moins que les dépenses nécessitées par son établissement seraient tout à fait hors de proportion avec les résultats que l'on pourrait en retirer.

La longueur de ce *pont-canal* serait une première et grave difficulté. Le pont-canal, jeté entre les deux rives du Nil, devrait avoir 1 kilomètre au moins de longueur, pour conserver au fleuve un débouché suffisant.

Mais la longueur ne serait pas l'obstacle le plus grave que rencontrerait l'exécution de ce pont-canal; ce qui effraye surtout dans l'œuvre gigantesque qu'a sérieusement proposée M. Talabot, c'est la hauteur qu'il faudrait donner à ce colossal édifice.

Voici quelles devraient être ses dimensions en hauteur : la profondeur d'eau du canal, admise par M. Talabot, est de 8 mètres sur tout son parcours. Or, selon les évaluations contenues dans un mémoire très-remarquable de M. Paleocapa, ministre des travaux publics en Piémont, et membre de la Commission internationale pour le percement de l'isthme de Suez, pour soutenir le fond de ce canal aussi élevé au-dessus du Nil, il faudrait lui donner une élévation de 9 ou 10 mètres au-dessus des hautes eaux du fleuve, et par conséquent de 18 ou 20 mètres au-dessus du niveau des eaux basses. Si l'on ajoute à cela les 8 mètres de hauteur d'eau que doit présenter le canal, on voit, en définitive, qu'il s'agirait de donner à ce gigantesque édifice une hauteur de 17 ou 18 mètres au-dessus du niveau des eaux du Nil pendant la saison des crues périodiques. De plus, comme le niveau de ces hautes eaux est à 19 mètres plus élevé que celui de la Méditerranée et de la mer Rouge, le niveau du canal se trouvera à 36 ou 37 mètres au-dessus du niveau des deux mers. Cette diffé-

rence de niveau doit être rachetée par un nombre suffisant d'écluses *à sas;* et si l'on réfléchit que le canal doit être praticable aux plus gros bâtiments à vapeur et à voiles, il sera facile de se convaincre qu'afin de rendre les manœuvres possibles, il faudra que la différence du niveau, dans les biez d'amont et d'aval de chaque sas, ne soit pas très-forte. C'est pourquoi il ne faudra pas moins, selon M. Paleocapa, de quinze écluses à sas de part et d'autre.

En admettant que l'on puisse mener à bien ce prodigieux travail, il restera ensuite à pourvoir aux moyens d'alimenter artificiellement, et d'une manière continuelle, ce canal élevé de 30 mètres au-dessus du niveau de la mer. Il faudra lui fournir incessamment cette énorme quantité d'eau qui se perd par suite du passage des vaisseaux dans les écluses, et par l'évaporation, dans un climat aussi chaud que celui de l'Égypte. Dans le projet de M. Talabot, on alimenterait ce canal au moyen de machines à vapeur élevant l'eau du fleuve, pour l'y déverser incessamment. Mais d'après les calculs mêmes des auteurs de ce projet, il faudra par jour 1 213 147 mètres cubes d'eau pour alimenter le bief supérieur, et, comme cette masse énorme de liquide devra être élevée à 30 mètres, les machines qui seront chargées de ce soin devront représenter 5620 chevaux de force théorique, correspondant à 6000 chevaux dans les machines fonctionnant. Sans parler des entraves qu'un ouvrage aussi colossal opposerait à la navigation ordinaire, ce serait une dépense, sur ce seul point, de 50 à 60 millions.

L'art des constructions est arrivé, de nos jours, à accomplir de tels miracles, et les machines à vapeur possèdent un tel degré de puissance, qu'il faudrait se garder de déclarer matériellement impossible l'exécution de ce pont-canal et son alimentation constante par des machines à vapeur. Mais on peut affirmer hardiment que l'accomplissement en serait impossible au point de vue écono-

mique; car il n'y aurait pas en jeu des intérêts assez puissants pour se soumettre à l'éventualité d'une dépense si énorme et de tous les accidents auxquels exposerait ce système, dont on ne pourrait d'ailleurs attendre, comme nous allons le montrer, qu'une réussite bien incomplète.

En effet, quand même le canal, selon le tracé indirect proposé par M. Talabot, serait terminé, et quand on pourrait y maintenir la profondeur d'eau nécessaire, on n'aurait procuré à la navigation qu'une voie assez lente, par suite de la longueur totale du canal, qui est de 400 kilomètres, et surtout par le passage obligé des bâtiments à travers trente écluses. Dans de telles conditions, et avec le danger, certainement très-probable, de voir, soit par les réparations de si nombreuses écluses, soit par le dérangement des machines à vapeur, la navigation interrompue pendant des intervalles de temps plus ou moins longs, ou praticable seulement pour des navires d'un faible tirant d'eau, il est certain que le canal ne serait d'aucun usage avantageux dans la pratique.

Le projet de M. Talabot donnerait lieu à d'autres critiques. Mais nous les passons sous silence malgré leur importance incontestable. Les difficultés que nous avons fait ressortir contre l'exécution du pont-canal, qui constitue la base essentielle de ce projet, suffisent pour en démontrer l'impossibilité pratique.

Arrivons au second projet qui a été mis en avant, pour l'exécution de ce tracé indirect, par M. Alexis Barrault; il a été longuement exposé dans un article de la *Revue des Deux Mondes*[1].

M. Barrault a cru pouvoir éviter, par ce nouveau tracé, les travaux gigantesques qui font rejeter celui de M. Paulin Talabot. Il propose de franchir le Nil, non dans la

1. 1er janvier 1856.

haute Égypte, où le Nil présente une immense largeur, mais dans la basse Égypte, vers le littoral de la Méditerranée, lorsque le Nil, qui s'est divisé en plusieurs embranchements, offre plus de facilité à se laisser traverser, sur ces diverses branches, par le canal qui doit le couper. Voici, dans le tracé de M. Alexis Barrault, la marche géographique du canal projeté.

Partant d'Alexandrie, il prend sa direction par la zone maritime du Delta, et gagne la baie d'Aboukir; de là il passe au nord du lac d'*Edko*, dont il ferme la communication avec la Méditerranée, et va couper, en aval de Rosette, la première branche du Nil, dont il reçoit les eaux pour les rendre ensuite à la mer. Il entre dans le lac *Bourlos*, et son trajet reste à peu près parallèle à la côte jusqu'au point où il coupe la deuxième branche du Nil, en aval de Damiette, pour en recevoir et en rendre les eaux, comme à Rosette; puis il traverse le lac *Menzaleh*, s'infléchit au sud en laissant Péluse à l'est, passe dans le lac *Ballah* et coupe le seuil d'*El-Ferdan*, seul point où il rencontre des dunes de sable mouvant. Enfin, au lac *Timsah*, qui conserve sa destination de port intérieur, il se raccorde avec le tracé direct, dont il emprunte le canal de rattachement au Caire, et après avoir coupé le seuil du *Sérapéum* et traversé les lacs *Amers*, il arrive au golfe de Suez par les plis de terrain les moins élevés.

La longueur totale du canal est d'environ 390 kilomètres, sur lesquels il y en a près de 200 dans les lacs; elle diffère à peine de la longueur du canal proposé par M. Talabot, qui est de 400 kilomètres, de sorte que l'on peut considérer comme égales les longueurs des deux canaux selon le tracé indirect. Toutefois, le canal de M. Alexis Barrault n'a pas trente écluses, il n'a que trois biez.

Le projet de M. Barrault offre de nombreuses et de graves difficultés d'exécution. Entre autres choses, il paraît assez

difficile de fouiller un canal à la profondeur de 6^m, 50 au-dessous du niveau des basses eaux de la mer, si près de la côte et dans un sol de limon et de sable sur une longueur de plus de 150 kilomètres ; car telle serait la longueur de cette partie du canal, qui court presque parallèlement à la côte en traversant les branches de Damiette et de Rosette, si l'on retranche les portions où il parcourt les lacs *Bourlos* et *Menzaleh.*

En outre, si dans ce projet on ne trouve pas des œuvres aussi prodigieuses que dans celui de M. Talabot, il entraîne pourtant une si grande quantité de travaux, soit pour le creusement d'une foule de canaux secondaires, soit pour diguer ceux-ci aussi bien que le canal principal, sans compter deux longs tronçons des branches de Damiette et de Rosette, que les frais et le temps nécessaires pour l'exécution en seraient augmentés, selon M. Paleocapa, bien au delà des prévisions de l'auteur.

Mais ce ne sont pas là encore les objections principales qu'on peut faire à ce projet. Son défaut capital consiste dans un renversement si radical et si complet du régime hydraulique du Nil, qu'il est évident que le régime artificiel qu'on voudrait y substituer ne saurait se maintenir quelque temps.

Suivant le système Barrault, le grand canal de navigation coupe à niveau les deux branches principales du Nil et toutes les branches secondaires, de sorte qu'on intercepte ainsi le libre écoulement des eaux du Nil vers la mer. Ce canal doit recevoir toutes les eaux du Nil, s'en alimenter pour maintenir son niveau à 8^m,50, c'est-à-dire à 2 mètres au-dessus des basses eaux de la Méditerranée, et doit ensuite les décharger à la mer, au moyen de canaux artificiels d'écoulement pratiqués sur sa rive droite.

C'est contre cette nécessité d'arrêter et de maintenir les eaux du Nil, pour les faire servir à la navigation du canal,

que s'élève surtout M. Paleocapa, dans ses *Considérations sur les plages et les ports de l'Adriatique*, dont il a consacré quelques pages à l'examen de divers projets de tracé pour le percement de l'isthme de Suez. Voici en quels termes s'explique à ce sujet cet ingénieur, l'une des plus grandes autorités de l'Europe pour tout ce qui concerne les travaux hydrauliques et le régime des eaux.

Nous voulons pour un instant, dit M. Paleocapa, admettre la possibilité d'assujettir toutes les eaux d'un grand fleuve comme le Nil, à ces retenues artificielles dans le voisinage de leur débouché à la mer, pendant que les eaux du fleuve seront basses, quoique, même en cette circonstance, le Nil débite un volume d'eau qui a été évalué à 680 mètres cubes par seconde. Mais à l'époque des crues périodiques du Nil, les choses changent complétement d'aspect, et la supposition que nous avons faite ne peut plus se soutenir. Ces crues, dans les années où le Nil atteint, mais ne dépasse pas cette limite d'où dépend la fécondité du Delta et la prospérité de l'année, montent en moyenne jusqu'à 22 coudées, soit jusqu'à 10 mètres au-dessus des eaux basses, comme le marque le nilomètre de Roudah, près du Caire. Alors le débit du fleuve devient vingt fois plus grand que celui des eaux basses, c'est-à-dire dépasse 13 000 mètres cubes par seconde. Comment donc peut-on espérer que dans la saison des crues périodiques, qui durent depuis le solstice d'été jusqu'à l'équinoxe d'automne, le canal navigable reçoive toutes les eaux du fleuve et les conduise tranquillement à déboucher dans la mer au moyen d'autres canaux artificiels? Il est vrai qu'une grande partie de ces eaux se répandrait sur cette surface très-étendue du Delta, qui est susceptible de recevoir l'inondation fertilisante, et serait absorbée par les terres, ou s'évaporerait en raison de l'étendue sur la surface soumise à l'évaporation.

Mais en premier lieu l'inondation ne consiste que dans cette fraction des crues du Nil qui déborde de son lit naturel, dont les rives, beaucoup plus élevées que les campagnes éloignées des bords, retiennent la plus grande partie des eaux. En second lieu, cette fraction même des eaux qui sort du lit du fleuve n'est sûrement pas toute absorbée par les terres ou par l'évaporation, et ce qu'il en reste doit s'écouler à la mer. Il ne sera pas possible au canal d'une section limitée de 100 mètres de largeur et presque sans pente, de recevoir et d'entraîner

tranquillement toutes ces eaux. Nous croyons qu'elles s'enfleront tellement dans le canal même, qu'elles surpasseront les digues, les briseront et les détruiront entièrement, en coupant les barrières du système artificiel qui les empêcheraient de s'écouler librement à la mer. Mais quand bien même on croirait impossible un tel désastre, et quand le canal principal avec les canaux de décharge à la mer pourrait soutenir toutes les eaux de la crue, leur écoulement ne pourrait pourtant avoir lieu qu'assez lentement par des sections étroites, quelle que soit la hauteur à laquelle on suppose qu'il soit possible de contenir les eaux dans les digues.

Par conséquent, si le canal est à l'abri du danger, les campagnes sur lesquelles les eaux de l'inondation devront s'arrêter trop longtemps seront ruinées, car la saison des semailles passera, les blés manqueront, comme il arrive actuellement lors des crues extraordinaires, lesquelles séjournent trop longtemps sur les terrains inondés et causent une calamité générale dans le pays.

Tels sont les effets inévitables des crues périodiques ordinaires. Qu'on se figure ce qui arrivera dans les cas extraordinaires, c'est-à-dire quand le Nil dépasse la hauteur de 22 coudées, et monte à 25 et même à 38 coudées et au delà, comme il est arrivé à des époques plus ou moins éloignées. Et, sans remonter à des temps bien reculés, il suffira de rappeler les désastres que causa en Égypte l'inondation de 1829, laquelle ne s'éleva pourtant qu'à un peu plus de 25 coudées, c'est-à-dire 3 coudées seulement au-dessus du niveau des crues périodiques bienfaisantes. On vit alors les campagnes du Delta converties en un lac, dont les eaux surpassaient toutes les chaussées qui divisent les bassins d'inondation, et servent de communication entre les villes et les villages en temps de crues ordinaires. Les villes elles-mêmes et les villages furent atteints par l'inondation, qui y causa des ruines indicibles et la perte complète de la récolte de l'année, ruines et pertes évaluées à 16 millions de francs. Cela fut principalement une conséquence du trop long séjour des eaux sur les campagnes, qui empêcha partout la culture des terres. Les eaux ne purent trouver une issue proportionnée à leur immense volume, quoique alors aucun obstacle artificiel ne les empêchât de se verser dans la mer par tous les points de la côte, par toutes les branches grandes et petites du fleuve.

Il est donc évident que, quand bien même dans les crues

ordinaires il serait possible, ce que nous ne croyons pas, de donner issue à toutes les eaux du Nil par les canaux artificiels qui borderaient le Delta, personne ne voudra admettre cette possibilité toutes les fois que se renouvelleront des crues extraordinaires comme celle de 1829.

Nous concluons donc, quant au canal suivant le tracé Barrault, que quand bien même on pourrait réussir à l'achever, *il ne pourrait se conserver, parce qu'il porterait en lui-même les germes de sa propre ruine, aussi bien que de celle du pays aux époques des crues périodiques du Nil.*

Après avoir discuté séparément le projet de M. Talabot et celui de M. Barrault, pour l'exécution du canal indirect, il nous reste à faire ressortir les inconvénients généraux qui sont communs à ces deux systèmes, et à montrer combien il est préférable, d'une manière générale, d'adopter un tracé direct, coupant l'isthme de Suez du nord au sud, presque en ligne droite, de préférence à toute espèce de tracé indirect qui traverserait l'Égypte pour aboutir d'Alexandrie à Suez.

1° *Le tracé direct est d'un tiers le plus court.* — Il aura 120 kilomètres de longueur, tandis que le tracé indirect atteindrait à un développement en longueur de 400 kilomètres. Assurément, il ne suffirait pas que le trajet direct fût le plus court pour être préféré, si la voie qu'on lui oppose était plus économique et plus utile; mais, comme nous allons le voir, les considérations d'économie et d'utilité sont toutes en sa faveur.

2° *Le tracé direct est le plus facile à exécuter.* — On ne trouvera dans l'isthme de Suez que deux points saillants qu'il faudrait traverser en les contournant en partie : l'un, le *Sérapéum*, qui, d'après les repères de nivellement contrôlés en 1853, a 16^{m},595 de hauteur; et l'autre, *El-Guiss*, qui a 11^{m}, 630. Ce serait, avec la profondeur du canal, une coupure de 14 mètres, ou au plus 16 mètres sur quelques points très-limités. Certes, il n'y a rien dans ce travail qui puisse effrayer l'art des ingénieurs.

3° *Le tracé direct est le plus naturel.* — L'isthme de Suez est traversé, du nord au sud, par une dépression longitudinale, résultant de l'intersection de deux plaines qui descendent par une pente insensible, l'une de l'Égypte, l'autre des premières collines de l'Asie. Les lacs *Amers*, qui se trouvent à 5 lieues de Suez, remplis des eaux du golfe Arabique par l'effet seul des marées, peuvent aisément former un réservoir qui, sur 330 millions de mètres carrés de surface et 2 mètres de vive eau, ne recevrait pas moins de 660 millions de mètres cubes pour le service du canal où il annulerait complétement le courant des marées de la mer Rouge. Le lac *Timsah*, placé à égale distance, à peu près, de Suez et de Péluse, est, comme nous l'avons déjà dit, un véritable port intérieur où l'on pourra ravitailler et réparer les navires. De plus, par un autre bienfait de la nature, vers le lac *Timsah*, vient aboutir, perpendiculairement à la dépression longitudinale, un autre sillon non moins remarquable, celui de l'*Ouadée-Toumilat* (la fertile terre de Gessen de la Bible). Ce sillon reçoit encore aujourd'hui, sur une grande partie de sa longueur, les débordements du Nil, et forme le tracé naturel d'une communication partant du fleuve et allant se rattacher, dans la partie centrale de l'isthme, à la ligne de navigation maritime qu'on établirait entre le golfe Arabique et la Méditerranée.

4° *Le tracé direct est le plus utile.* — Il sert à la fois les intérêts du commerce universel, les intérêts politiques de l'Égypte, et ceux de l'empire ottoman. Il n'exigera que très-peu d'entretien et, comme il ne demandera que fort peu de travaux d'art, la navigation n'y sera point exposée à ces interruptions qu'elle aurait à craindre dans le tracé indirect.

En regard de ces frappants avantages qui prescrivent, d'une manière nécessaire et presque forcée, l'adoption du tracé direct, plaçons les difficultés, les inconvénients qui résulteraient de l'adoption du système opposé.

Traversant en divers points le Nil, interrompant ainsi son cours par des barrages, et gênant son libre écoulement vers la mer, le canal indirect nuirait à la canalisation, si nécessaire à la basse Égypte, et porterait une grande perturbation à cet admirable système hydraulique qui fait tout à la fois la gloire et la fertilité de ce pays. On aura beau faire des détours pour éviter tous les embranchements du réseau, il faudra toujours de toute nécessité, puisqu'on aboutit au port d'Alexandrie, que l'on passe entre le canal *Mahmoudieh* et le lac *Maréotis;* et alors on empêche l'écoulement de toutes les eaux d'inondation dans le lac qui est destiné à les recevoir.

Partant d'Alexandrie, le canal indirect causerait, dans ce grand port, des bouleversements plus grands encore que ceux qu'il occasionnerait, dans l'intérieur de l'Égypte, à la circulation des eaux du Nil. D'abord, le port d'Alexandrie n'est pas *immuable*, comme on le prétend. Il n'a point échappé à l'action des lames de fond qui l'ont ensablé sur un bon tiers de son étendue. La partie du port que l'on avait choisie dans le projet Talabot est fréquemment agitée par les vents du nord-ouest, et le ressac y est alors si violent dans les gros temps, que des barques mêmes n'osent s'en approcher. La roche y existe à une petite profondeur sous la mer; et comme il faudrait avancer les digues du canal de 250 mètres dans le port pour avoir un tirant d'eau de 7^{m},50 à 8 mètres, c'est dans le roc qu'on aurait à creuser sous l'eau. Ajoutez qu'on rencontre dans cette direction tous les grands magasins et toutes les usines du gouvernement égyptien; il n'y a pas aujourd'hui le moindre espace libre entre le chemin de fer et le *Mahmoudieh*.

Mais, admettons que toutes ces difficultés soient vaincues, en voici d'autres que provoque le canal, et qu'il multiplie à mesure même qu'il est employé davantage. Le port d'Alexandrie, le seul port militaire de l'Égypte, se trouve

alors envahi par des centaines de navires de commerce, et par la marine de toute l'Europe. Pour peu qu'il y ait, ou un vent contraire, ou quelques réparations à faire aux écluses, et que le mouvement s'arrête, se figure-t-on l'encombrement, sans compter les dangers politiques qui résulteraient d'une telle accumulation? Ce n'est pas, d'ailleurs, seulement à Alexandrie que se produirait cet inconvénient intolérable. Il pourrait arriver, par suite d'accidents faciles à prévoir et impossibles à prévenir, que tout à coup l'Égypte vît 8000 ou 10 000 matelots étrangers stationner sur un point de son territoire, parce que les quarante navires, au moins, qui le traverseront chaque jour, auraient été retenus forcément à quelque écluse pendant vingt ou vingt-cinq jours consécutifs.

N'est-il pas plus simple que les bâtiments de différentes nations n'aient point à s'arrêter dans ce port égyptien, que des circonstances politiques ou matérielles peuvent rendre d'un séjour ou d'un transit difficile? Ne vaut-il pas mieux que leur route soit simplement tracée à travers l'isthme de Suez, c'est-à-dire à la ligne géographique qui marque la séparation entre l'Égypte et l'Asie, sur ce chemin neutre établi à travers le désert, qui isole et sépare les deux grandes parties de notre hémisphère? Toutes ces considérations réunies établissent suffisamment les dangers, les inconvénients de toute nature que soulèverait l'adoption du tracé indirect.

La discussion qui précède, c'est-à-dire la comparaison entre les deux systèmes de tracés qui ont été proposés pour le canal maritime de l'isthme de Suez, aura peut-être paru à quelques lecteurs inutile ou trop longuement développée. Mais comme ce projet a compté en France des défenseurs d'une autorité grande et respectée; comme cette question est la seule dont le public ait été entretenu dans

ces derniers temps, et qu'elle a même préoccupé au point de faire perdre de vue l'objet principal, c'est-à-dire l'entreprise même du percement de l'isthme, il nous a paru indispensable d'insister particulièrement sur cet objet. On s'étonnera un jour de l'accueil momentané qui a été fait, en France, à des idées que la seule inspection des lieux a fait évanouir. Mais, au moment où nous écrivons, cette discussion était nécessaire.

3

Description du projet adopté par la Commission internationale.

Nous pouvons maintenant aborder l'exposé descriptif du tracé qui a été adopté par la Commission internationale, et l'examen des travaux auxquels son exécution doit donner lieu.

Le canal maritime destiné à établir une libre communication, un *bosphore artificiel*, entre la Méditerranée et la mer Rouge, aura ses deux points extrêmes, l'un dans la rade voisine de Suez sur la mer Rouge, l'autre dans la rade voisine de Péluse et dans un lieu situé un peu à l'ouest de ce port et qui recevra le nom de *port Saïd*, en l'honneur du souverain, Mohammed-Saïd, qui a eu la gloire de contribuer le plus puissamment à cette œuvre magnifique.

En partant de la mer Rouge, le canal maritime commence à la rade de Suez, se dirige à l'est de la ville, en faisant une courbe pour aller regagner l'ancien tracé qu'il laisse à l'ouest, et suit le *thalweg* de la vallée jusqu'à ce qu'elle joigne les lacs *Amers*, qui faisaient partie autrefois du golfe de la mer Rouge. Il traverse ces lacs dans toute leur longueur. En quittant les lacs, le canal traverse le seuil du *Sérapéum* dans son point le plus bas, et vient se jeter dans le lac *Timsah*. Ce dernier lac doit servir à for-

mer un port intérieur qui permettra de faire séjourner, de ravitailler et de réparer les navires.

Au sortir du lac, la ligne va trouver le seuil d'*El-Guiss* dans son point le plus bas, et se dirige ensuite vers le lac *Menzaleh*, qu'elle traverse directement, le long de sa rive orientale, jusqu'entre *Oum-Fareg* et *Oum-Ghêmilé;* elle se prolonge ensuite en mer, jusqu'à ce qu'elle rencontre une profondeur de $7^{m},50$ d'eau.

La largeur du canal maritime de la Méditerranée à Suez sera de 84 mètres; elle aura 100 mètres dans l'intervalle compris entre Suez et les lacs *Amers*. Sa profondeur sera de 8 mètres à la sortie des deux ports de Suez sur la mer Rouge, et de Saïd sur la côte de Péluse dans la Méditerranée. Le lac *Timsah*, qui forme aujourd'hui une immense excavation à moitié remplie d'eau, était autrefois un lac véritable; c'est ce que prouvent suffisamment les débris géologiques de coquillages marins, et les dépôts considérables du sel marin fossile qu'on y rencontre. Une fois le canal ouvert aux deux mers, ce lac se remplira par l'invasion des eaux, et, grâce à sa profondeur considérable, il constituera un port excellent où viendra aboutir toute la navigation tant intérieure qu'extérieure. C'est sur ses bords qu'on établira les magasins, radoubs, ateliers de réparation, ainsi que 1500 mètres de murs de quai pour l'amarrage des navires et l'embarquement des marchandises.

Le canal maritime de l'isthme de Suez ne doit pas, en effet, être une simple coupure uniquement destinée à faire passer d'une mer à l'autre les produits européens. Il faut surtout qu'il fasse un jour de l'Égypte un État à la fois prospère par suite de l'échange de ses produits intérieurs, et puissant par l'étendue de son propre commerce.

Quant aux deux entrées, soit de la mer Rouge, soit de la Méditerranée, tout ce qui est nécessaire, c'est que les

bâtiments puissent y pénétrer en toute saison, et trouver, dans les mauvais temps, un abri sûr et efficace.

On avait d'abord songé à faire sur la Méditerranée un véritable port, avec un vaste bassin, servant à la fois de rade et de bassin de réception des navires. Mais on a reconnu l'inutilité complète de ce port creusé à l'entrée du canal; le port intérieur du lac *Timsah* suffira à toutes les nécessités de séjour et de réparation des bâtiments. Au lieu d'un port véritable, il n'y aura donc sur la Méditerranée qu'un large chenal s'ouvrant librement en mer, qui donnera au port Saïd les qualités nautiques essentielles, en réservant la possibilité d'extensions et d'améliorations futures.

Le port Saïd sera donc formé par un très-large chenal courant sud-ouest et nord-est de 400 mètres de largeur, avec arrière-bassin.

La jetée nord sera poussée à 3500 mètres jusqu'aux profondeurs de 10 mètres. La jetée sud sera arrêtée à 2500 mètres par les fonds de 8 mètres. Les *musoirs* seront défilés nord-nord-est et sud-sud-ouest.

Les jetées, construites à pierres perdues, seront établies sur le sable, et rechargées à l'intérieur, au fur et à mesure de l'enfoncement des blocs, par suite du curage du chenal.

La jetée du nord aura 10 mètres de largeur au couronnement; la jetée sud, 6 mètres. Elles seront élevées de 2 mètres au-dessus de l'eau et surmontées d'un parapet.

Les abords du port seront signalés par un phare d'atterrage, établi sur la pointe de Damiette; l'entrée sera éclairée par deux fanaux établis en tête des jetées et à terre.

Quant au port de Suez, comme sa rade est abritée de tous les vents, excepté de ceux du sud-est, il suffira de prolonger la jetée de l'est d'une certaine longueur, au delà de celle de l'ouest, pour que l'abri soit complet. Les

jetées auront une longueur de 1600 mètres, avec profondeur de 6 mètres. Elles formeront le chenal pour l'entrée et la sortie des navires. Comme le port de Suez ne présente pas une profondeur suffisante, il sera creusé jusqu'à une profondeur de 9 mètres, sur 300 mètres de largeur.

Un phare sera placé sur les côtes de la rade de Suez. Comme celui du port Saïd, ce phare sera tournant et à plusieurs feux de premier ordre.

4

Moyens d'exécution du canal de Suez. — Ordre et distribution annuelle des travaux.

Après avoir donné une idée sommaire de la direction qui a été adoptée pour le canal maritime de l'isthme de Suez, nous devons entrer dans l'exámen des moyens qui seront mis en œuvre pour son exécution pratique.

Le premier travail à accomplir, pour préparer et permettre l'exécution du grand canal maritime qu'il s'agit de percer à travers le désert, consistera à creuser un canal destiné à la fois à la navigation intérieure et à l'arrosage des terres. Ce petit canal servira en même temps à porter l'eau douce aux nombreux travailleurs de l'isthme, et à faire renaître dans cette contrée l'antique fécondité qui la faisait nommer par l'Écriture *la terre des pâturages*. C'est seulement après le creusement de ce canal que pourra commencer l'exécution du grand travail consistant à creuser le canal maritime à travers l'isthme de Suez.

Le canal de navigation intérieure, dont le vice-roi d'Égypte a déjà fait commencer la construction, partira du Caire pour aboutir au lac *Timsah*. Là une rigole, naissant à angle droit de ce canal, longera le grand canal maritime, et fournira, sur tout le parcours, de l'eau potable, en même temps qu'elle sera employée à l'irrigation des terres

que le vice-roi a concédées à la Compagnie. Le canal du Caire au lac *Timsah* servira à transporter au Caire, et, par conséquent, dans tout l'intérieur de l'Égypte, les marchandises apportées par les navires étrangers.

Avant que la Commission internationale eût pris une connaissance exacte des localités, on redoutait beaucoup que la nature du sol de l'isthme de Suez ne présentât des obstacles sérieux à l'opération du creusement. On craignait que des roches, des grès, des formations primitives, ne vinssent opposer de grandes difficultés à l'œuvre qu'il s'agissait d'accomplir. Or, tout au contraire, l'étude géologique des terrains que le canal doit traverser, les forages nombreux exécutés par la Commission (travail bien remarquable, pour le dire en passant, si l'on considère la profondeur des forages qui ont été pratiqués, et la difficulté que de telles opérations ont dû rencontrer au milieu du désert); enfin l'examen de toutes les roches propres à ces terrains, ont démontré, avec une entière évidence, que le sol de l'isthme de Suez ne présentera pas la moindre résistance aux opérations du creusement. C'est un sol presque sablonneux et formé entièrement d'alluvions des deux mers, ce qui était d'ailleurs facile à prévoir, si l'on considère qu'à une époque plus ou moins reculée, la mer a dû occuper la place de l'isthme de Suez, et que cette réunion de l'Égypte avec l'Asie n'est qu'un résultat des alluvions jetées peu à peu par les deux mers qu'une langue de terre sépare aujourd'hui.

La géologie de l'isthme de Suez est résumée avec précision dans la Note suivante, qui a été présentée, le 19 juin 1856, à l'Académie des sciences, par M. Renaud, comme le résumé de ses observations sur le terrain. Nous la citerons textuellement, parce qu'elle doit servir de base et de règle à l'exécution pratique des travaux pour le creusement des terrains sur le trajet du canal maritime.

Dans toute l'étendue de l'isthme qui est, dit M. Renaud, d'environ 113 kilomètres, mesurés suivant une ligne droite, joignant la partie la plus septentrionale du golfe de Suez au fond du golfe de Péluse, on ne rencontre à la superficie que des sables, plus ou moins mélangés avec du gravier et plus ou moins stériles.

En partant de Suez et jusqu'à environ 6 kilomètres de cette ville, les sables sont sans mélange de galet, et paraissent avoir été, sinon déposés, au moins étendus par les eaux de la mer. En avançant vers le nord, le gravier se montre peu à peu, et devient assez abondant vers la partie la plus élevée du seuil qui sépare la mer Rouge du bassin des lacs *Amers*, mais il ne se trouve à peu près qu'à la surface; on le retrouve encore, mais déjà plus petit, dans le bassin des lacs, et surtout au pourtour de ces bassins, où il forme des bourrelets qu'ont laissés autrefois les eaux. Au fur et à mesure que l'on avance vers le nord, il devient de plus en plus petit et disparaît complétement à la hauteur du lac *Ballah*.

Le sol est de la stérilité la plus complète dans toute la partie méridionale de l'isthme jusque vers le milieu des lacs *Amers*. Dans l'autre partie, il produit, en plus ou moins grande abondance, l'espèce de végétation particulière au désert, et qui sert de nourriture aux chameaux. Aux abords du lac *Timsah*, dans les parties desséchées de son lit et dans le lit du canal ouvert autrefois dans la vallée de l'*Ouadée-Toumilat*, les tamarins croissent en assez grande abondance.

Les sables présentent partout une grande fixité, excepté en quelques points aux abords du lac *Timsah* et dans le sud du lac *Ballah*, où il existe des dunes mobiles. Cette fixité est attestée par les traces, encore parfaitement visibles, de travaux exécutés avant la domination grecque, par l'état de conservation des digues de l'ancien canal ouvert par les rois égyptiens et recreusés par les califes, enfin, par la forme même des ondulations très-allongées que présente le terrain, forme qui diffère essentiellement de celle que le vent donne aux dunes ou sables voyageurs.

On trouve aussi en quelques points :

1° A la surface du sol, du sulfate de chaux, soit en lames cristallisées en aiguilles, soit en rhomboïdes disséminés, soit en dépôts de 15 à 40 centimètres d'épaisseur;

2° Sur le seuil compris entre Suez et le bassin des lacs *Amers*, des moellons calcaires dispersés à la surface des sables.

Sur le sommet de quelques monticules, une ou deux couches d'un calcaire ayant toute l'apparence du silex.

Pour connaître d'une manière aussi certaine que possible les terrains de l'isthme dans lesquels sera creusé le canal de jonction des deux mers, des forages, au nombre de 19, ont été exécutés entre Suez et Péluse et ont été poussés à 8 mètres au-dessous des basses mers de la Méditerranée.

Le seuil qui sépare le bassin des lacs *Amers* de la mer Rouge présente, au-dessous du sable, des argiles compactes, des argiles sableuses, du sable et du gravier, des argiles feuilletées, etc. Le sondage n° 2 accuse un banc calcaire sur un banc de sable qui se trouve en face de Suez, de l'autre côté du port. On a trouvé l'argile marneuse dans le sondage n° 3, mais en général les autres argiles font à peine effervescence avec les acides. On retrouve également les argiles dans la première partie du bassin des lacs *Amers*; ces argiles sont plus ou moins marneuses. Au delà du grand bassin des lacs *Amers*, on ne trouve que des sables, à l'exception du sondage n° 19, qui a accusé des bancs de marne.

Les terrains de l'isthme appartiennent donc incontestablement à la formation tertiaire, qui constitue le sol de toute la basse et de la moyenne Égypte, et tout le grand plateau du désert libyque.

On trouve dans le bassin des lacs *Amers* des coquilles de l'espèce de celles que produit la mer Rouge : des hélices, des spondilles, des rochers, mais surtout des mactres. Ces dernières en tapissent généralement le fond sur des étendues plus ou moins considérables. Ces coquilles ont-elles continué à vivre dans ces lacs, après leur entière séparation de la mer Rouge? Cela est peu probable, parce que, sous le ciel brûlant de l'Égypte, ces lacs ont dû assécher promptement. Il est vrai qu'au temps de Strabon. et même très-probablement à l'époque où Hérodote visitait l'Égypte, les lacs *Amers* contenaient de l'eau, mais c'était de l'eau douce, qu'y amenait du Nil le canal de jonction de ce fleuve avec la mer Rouge.

Une question fort controversée est celle de savoir si, à l'époque où les Hébreux fuyaient de l'Égypte, sous la conduite de Moïse, les lacs *Amers* faisaient encore partie de la mer Rouge. Cette dernière hypothèse s'accorderait mieux que l'hypothèse contraire avec le texte des livres sacrés, mais alors il faudrait admettre que depuis l'époque de Moïse (1471 ans avant Jésus-Christ) le seuil de Suez serait sorti des eaux.

Dans la partie septentrionale du bassin des lacs *Amers*, qui est en même temps la plus profonde, existe un dépôt de sel marin qui a été trouvé de 7^m, 50 d'épaisseur au sondage n° 10. Il repose sur des vases qui paraissent venir du Nil. Ce sel a vraisemblablement été amené par des eaux de source qui l'y ont déposé en s'évaporant. On retrouve également ces sels au sondage n° 9, mais recouverts par une couche de sulfate de chaux cristallisé en très-fines aiguilles.

Les rivages de la mer ne paraissent, pas plus que le sol de l'isthme, avoir éprouvé de notables changements depuis les temps les plus reculés. Ainsi, dans le golfe qui s'étend au sud et à l'ouest de Suez, le dépôt sableux de soulèvement diffère entièrement d'aspect et de forme de celui que la mer a ajouté au rivage, et ne peut être confondu avec lui. Il contient, d'ailleurs, une quantité considérable de coquilles qui ne se trouvent pas, même en petite quantité, dans le premier. Ces sables ainsi rapportés par la marée, n'ont nulle part, dans tout le développement du golfe, plus de 100 mètres de longueur.

La stabilité du rivage a été encore plus grande dans le golfe de Péluse. Toute la plaine qui entoure les ruines de cette ville antique est formée d'alluvions du Nil; elle est séparée de la mer par un *lido* ou cordon littoral de sable qu'il est impossible de confondre avec elle. La largeur de ce lido varie de 80 à 120 mètres; comme elle ne pouvait être sensiblement moindre dans les temps anciens pour protéger la plaine moins élevée, qui est en arrière, il faut bien en conclure que les choses sont sensiblement aujourd'hui dans l'état où elles étaient autrefois. Cette observation s'applique à toute l'étendue du cordon littoral qui borde le lac *Menzaleh-Aahe*. Ainsi se trouvent vérifiées les conclusions auxquelles est arrivé M. Élie de Beaumont, dans son *Cours de géologie pratique*, relativement à la stabilité des rives du Delta.

D'après la composition des terrains de l'isthme de Suez, exposée dans cette note de M. Renaud, il est certain que les opérations à exécuter sur toute l'étendue du trajet du canal ne présenteront pas plus de difficultés que l'on n'en trouve dans les terrains ordinaires pour ce genre de travaux.

Passons maintenant à l'examen des moyens d'exécution, en ce qui concerne les travaux à pratiquer aux deux en-

trées du canal, sur les deux mers, la Méditerranée et la mer Rouge, c'est-à-dire dans le port Saïd et dans la rade de Suez.

Les travaux à exécuter au port Saïd, c'est-à-dire à l'entrée du canal sur la Méditerranée, ne présentent aucune difficulté. Une jetée de 3500 mètres au nord, de 2500 mètres au sud, ne peut offrir aucun obstacle sérieux à l'art des ingénieurs, qui est en mesure d'établir des constructions maritimes d'une bien plus grande portée.

Quant aux travaux à faire au port de Suez, ils sont de moindre importance, et présenteront moins de difficultés encore que ceux qu'il s'agit d'établir à l'entrée du canal sur la Méditerranée. Depuis longtemps les ensablements ont cessé de se produire sur la rade de Suez, et s'il y a encore des alluvions maritimes entraînées par les lames de fond et les courants, ces alluvions sont poussées par les vents d'ouest et de sud-ouest sur la côte est, sans arriver jusqu'au fond du golfe. En effet, le plan de la rade a été levé en 1799, et les sondages du chenal y sont figurés, ainsi que la forme du banc de sable, qui forme comme une espèce de barre à son extrémité du côté de la rade. En 1847, le même plan a été relevé avec les mêmes sondages; et il est impossible de trouver la moindre différence entre les deux résultats, qui s'accordent également avec ceux donnés par M. Moresby, dans sa belle carte de la mer Rouge.

On n'a donc rien à craindre, de ce côté, ni des ensablements ni de la violence de la mer. Les jetées seront d'une construction des plus faciles, et comme les matériaux se trouvent en quelque sorte à pied d'œuvre, leur établissement ne rencontrera que des facilités.

Ainsi, l'ensemble des travaux à exécuter pour la grande entreprise qui nous occupe ne doit présenter aucune difficulté technique spéciale, aucun obstacle que puissent redouter les ingénieurs ordinaires. C'est là le fait que nous tenions à mettre en évidence.

Nous pouvons, en terminant, mettre sous les yeux du lecteur le plan qui a été arrêté pour l'exécution successive des différents travaux du canal de Suez. Ce programme a été tracé dans l'*Avant-projet du canal maritime*, par les éminents ingénieurs Linant-bey et Mougel-bey, et il y a peu de changement à y apporter aujourd'hui.

La durée des travaux est fixée à six années. Voici de quelle manière les travaux pourront être répartis pour être complétés dans l'espace de six ans.

La première chose à faire, c'est d'amener l'eau douce dans l'isthme, afin de pouvoir alimenter les ouvriers, et effectuer le transport des matériaux et des vivres. La première année verra donc s'exécuter le canal auxiliaire dérivé du Nil avec ses écluses, la rigole d'irrigation jusqu'à Suez et une conduite d'eau jusqu'à Péluse. Le vice-roi d'Égypte a déja fait commencer à ses frais l'exécution de ce canal.

Dans cette même année, on installera les grands chantiers aux carrières, avec leurs chemins de fer et les instruments nécessaires à leur exploitation. On contractera, en même temps, les marchés pour la fourniture des dragues, remorqueurs, transports et instruments de toute nature, pour l'exécution des travaux ultérieurs.

La dépense de cette première campagne est approximativement évaluée à 12 millions de francs.

La seconde année sera consacrée à mettre en communication le lac *Timsah* et Suez, c'est-à-dire à mettre la mer Rouge en rapport, par eau, avec le Nil, au moyen d'une première tranchée qui permettra aux barques du Nil de circuler librement sur toute cette ligne du travail. On aura huit dragues montées au port de Suez pour creuser le chenal et l'emplacement des jetées. On pourra, par conséquent, développer toute l'activité désirable dans l'exploitation des carrières et l'érection des jetées.

On introduira de l'eau douce dans le bassin du lac *Timsah*, pour y faire travailler toutes les autres dragues

disponibles, 30 000 ouvriers feront tous les déblais du canal dans l'étendue des lacs *Amers* et sur le reste du canal. Ils prépareront une tranchée dans le terrain jusqu'à 1m,50 au-dessous des basses eaux, et ménageront ainsi une rigole de 15 mètres de largeur, qui permettra aux barques et mahones de circuler dans toute l'étendue de l'isthme. Toutes les forces seront consacrées, cette année, à ouvrir la communication entre Suez et le lac Timsah, et par conséquent entre Suez et le Nil.

On commencera à fixer les dunes et à mettre en culture les terres.

Cette campagne coûtera, par approximation, 25 millions de francs.

La troisième année, on marchera du lac *Timsah* vers la Méditerranée. Toutes les forces disponibles seront employées à former le chenal maritime à l'entrée du canal; on continuera le travail des terrassements, des dragues, des semis, des cultures, etc.

Cette année emploiera une somme d'environ 30 millions de francs.

La quatrième année, même travail que la précédente, c'est-à-dire que l'on continuera les terrassements tant à la main qu'avec les dragues, les jetées, les barrages éclusés, et le mur de quai dans le lac. On commencera, en outre, le môle d'abri. On poussera les travaux de semis et de culture. On estime qu'il faudra encore 20 000 ouvriers et une dépense de 33 millions de francs.

Pendant la cinquième et la sixième année, on continuera les mêmes opérations, et on n'aura plus besoin d'autant d'ouvriers, car ce seront les dragues qui feront le principal travail; les creusements pourront être poussés avec toute l'activité possible.

On admet pour chacune de ces années la dépense de 31 millions de francs, ce qui complète la somme de 162 millions de francs, montant du devis.

Hâtons-nous d'ajouter qu'après l'examen des lieux, la Commission internationale a confirmé tous les calculs et devis portés dans l'avant-projet, et que nous venons d'exposer.

Ainsi, pour accomplir une entreprise dont les résultats sont incalculables, il suffira d'un intervalle de six années et d'une somme de 160 à 180 millions, c'est-à-dire la moitié de ce qu'a coûté le chemin de fer de Paris à Lyon, ou celui de Londres à York.

On avait élevé contre la possibilité du percement de l'isthme de Suez, et pour repousser ce projet, deux objections pratiques qu'il importe d'examiner en terminant.

En ce qui concerne la plage de Péluse, on avait prétendu que, formée de dépôts séculaires provenant des alluvions du Nil, elle ne présentait que des amas de fanges mobiles, qui rendraient impraticable une navigation permanente. On craignait, en outre, que ses fonds vaseux s'élevant presque jusqu'à la surface de l'eau, il ne fallût prolonger la jetée jusqu'à 7000 ou 8000 mètres en pleine mer, pour atteindre la profondeur voulue de 8 mètres d'eau. Mais l'exploration a prouvé que la côte de Péluse, composée au contraire d'un sable très-fin et très-uni, ne laisse voir aucune trace de ces prétendus bancs de fange apportés par les alluvions du Nil. En s'écartant un peu à l'ouest de l'ancienne cité pour se rapprocher de Tannis, la Commission a rencontré les 8 mètres d'eau désirés, non à 8000 mètres, mais seulement à 2300 mètres de la plage, c'est-à-dire à une distance telle, que le prolongement de la jetée n'est plus qu'un travail très-ordinaire.

En ce qui touche la navigation dans les parages de la mer Rouge, on avait avancé que cette mer est hérissée d'obstacles, qui devaient la rendre funeste aux bâtiments engagés entre ses écueils. On assurait que ces difficultés entraîneraient beaucoup de lenteurs dans la marche des

navires; on ajoutait que les bâtiments à voiles n'auraient aucun avantage à prendre la nouvelle route, attendu que le trajet, sans être moins long par Suez, serait infiniment plus pénible. Mais l'examen de faits et les renseignements recueillis ont suffi pour montrer combien étaient peu fondées toutes ces appréhensions.

En premier lieu, ce n'est pas assurément pour la marine à vapeur que la navigation de la mer Rouge pourrait offrir des dangers. La meilleure preuve à invoquer, sou ce rapport, c'est la navigation, jusqu'à présent à peu près exempte de sinistres, des bâtiments à vapeur de la Compagnie péninsulaire et orientale. Si ces bâtiments naviguent en sécurité, c'est que la route n'est pas si périlleuse! Loin de là, il est aujourd'hui constant que la mer Rouge offre de grands avantages à la marine à vapeur: un chenal profond et libre de tout écueil, des côtes *accores*. Précisément parce qu'elle est étroite, la mer Rouge présente, pour l'établissement de dépôts de charbon et le service du remorquage, des facilités qu'on ne rencontre sur aucune autre route maritime.

Reste donc la marine à voiles, qui pourrait seule paraître exposée à des dangers de navigation. Mais ici encore ces craintes devaient tomber devant l'expérience des marins, et les observations faites par les hommes les plus compétents, M. Harris, de la marine britannique des Indes, que la Commission internationale s'est adjoint, connaissait parfaitement les côtes et toute l'hydrographie de cette mer si redoutée, puisqu'il l'avait traversée soixante-dix fois, aller et retour. Les observations personnelles de ce navigateur, jointes à la pratique de tous les jours, ont aisément fait justice de suppositions toutes gratuites. La mer Rouge est traversée, quatre fois par mois, par la malle des Indes, avec une régularité qui n'a jamais été surpassée, et de plus, elle est incessamment sillonnée de navires à voiles qui, malgré l'inhabileté de leurs matelots, suffi-

sent à toutes les exigences de son parcours intérieur. La seule difficulté réelle provient des moussons de l'océan Indien; mais cette difficulté existe aussi pour les bâtiments qui doublent le cap de Bonne-Espérance, et elle les oblige simplement à calculer les époques de l'aller et du retour.

Les bâtiments à voiles qui traverseront la mer Rouge trouveront dans cette mer, comme dans toutes les autres, des vents favorables et des vents contraires. Mais, en faisant une large part à ces contrariétés, il faut aussi tenir compte des difficultés que présente la traversée qu'on lui oppose. Le cap de Bonne-Espérance, qu'on avait d'abord appelé le *cap des Tempêtes*, ne passe pas pour être exempt de périls. Il est à croire que les marins se féliciteront un jour de pouvoir abandonner des parages si dangereux. Enfin, la mer Rouge ne sera jamais d'une navigation plus pénible, plus difficile, que celle de la Manche, où le monde entier envoie ses marchandises et ses navires. Les partisans de la traversée par le Cap doivent donc s'estimer heureux que l'on consente à compenser les dangers et les retards de la navigation des deux parts, lorsqu'il serait si juste de faire pencher la balance en faveur de Suez. Il reste, en définitive, par cette voie, l'avantage d'une abréviation nette de la moitié du parcours et de la durée moyenne des traversées.

Il est bon de remarquer, toutefois, que la mer Rouge, que l'on nous représente à plaisir comme impraticable, n'est pas inconnue des navigateurs autant qu'on veut bien le prétendre. On y passe peu, parce que les contrées qui la bordent sont barbares, pauvres ou incultes, malgré leur fertilité sur divers points. Mais l'histoire nous atteste que cette mer a été souvent fréquentée. En 1538, les Vénitiens, en guerre contre les Portugais, y entretenaient une flotte considérable, et, grâce à eux, Soliman II put armer à Suez 41 galères et 9 gros vaisseaux. Quelques an-

nées après, les Portugais y avaient aussi leur flotte, qu'accompagnait don Juan de Castro.

Dès 1774, la Compagnie des Indes y avait envoyé ses vaisseaux pour porter les dépêches de l'Inde en Europe. Seulement, le sultan retira bientôt l'autorisation exclusive qu'il avait accordée, parce qu'il voulait réserver le golfe Arabique au saint pèlerinage de la Mecque.

En 1787, le vice-amiral Rosily, qui commandait l'expédition de *la Vénus* dans cette mer, déclarait hautement qu'on en exagérait beaucoup les difficultés et les dangers. Suivant lui, les bons mouillages y sont très-nombreux, et c'est seulement une mer très-étroite. C'était aussi l'opinion du capitaine anglais Rooke, qui y avait voyagé peu de temps avant l'amiral Rosily. Mais une mer étroite n'est pas une mer impraticable, témoin le pas de Calais, où il passe apparemment plus de bâtiments qu'il n'en passera jamais par l'isthme de Suez. Ce qu'il y a de fort curieux, c'est que la Compagnie des Indes croyait si peu à ces dangers, que, vers la fin du dernier siècle, elle avait demandé à la Porte et en avait obtenu l'interdiction absolue de la mer Rouge à tous les navires européens autres que les siens. On pouvait donc naviguer dans cette mer, puisque l'on y craignait la concurrence.

Nous venons de donner l'exposé de l'une des plus grandes questions dont les intérêts du monde aient eu à se préoccuper jusqu'à ce jour. L'entreprise qui se prépare est, en effet, appelée à opérer une révolution complète dans les conditions du commerce européen : elle doit lui ouvrir les portes, fermées jusqu'ici, de l'Orient tout entier. Le canal maritime de Suez, appelé à raccourcir de moitié la route des Indes, répandra la civilisation sur plus de 500 lieues des côtes africaines, et accomplira une révolution semblable à celle qu'a déterminée autrefois la découverte du cap de Bonne-Espérance.

La communication des deux mers sera donc l'orgueil et la gloire de notre siècle; elle honorera les personnages illustres et les savants qui ont eu l'initiative de cette grande entreprise, ou s'y sont consacrés; elle fera briller dans l'histoire le nom du prince éclairé qui va rendre à l'Égypte la civilisation et la vie. Si quelques résistances retardent encore le moment de sa réalisation, ces résistances, fondées sur des intérêts mal compris, céderont bientôt devant la puissance de l'opinion publique. Presque toutes les nations de l'Europe demandent à grands cris l'ouverture, la plus prompte possible, d'une voie maritime destinée à abréger de moitié la route des Indes orientales. Une seule d'entre elles, ou, pour parler plus exactement, quelques-uns de ses hommes d'État, redoutent de voir compromises, par suite de l'ouverture de cette voie, l'importance et la suprématie de sa marine. Mais il est impossible que, mieux éclairée sur ses intérêts véritables, elle tarde longtemps à joindre son concours et ses forces à celles du reste de l'Europe, et à compléter ainsi le concert unanime qui, dans le monde entier, appelle l'exécution définitive de l'un des travaux les plus féconds et les plus civilisateurs auxquels les hommes aient jamais mis la main.

II

MÉTÉOROLOGIE.

1

Création, en France, d'un certain nombre de stations pour les observations météorologiques. — Observatoires météorologiques de l'Algérie. — Discussion, à l'Académie des sciences, sur l'utilité des observations météorologiques. — Opinion de MM. Biot et Regnauit sur l'état actuel de la météorologie. — Conclusion.

Depuis quelques années, les études météorologiques ont pris beaucoup d'extension en Europe. Tant de questions importantes dans la physique du globe se rattachent à l'exacte connaissance des divers états de l'atmosphère, que les études météorologiques excitent un intérêt universel. Mais jusqu'ici notre pays, comparé aux autres, était demeuré sous ce rapport dans un regrettable état d'infériorité. Le gouvernement français s'est proposé récemment de remédier à cette situation fâcheuse, en décidant qu'un certain nombre de stations seraient établies en diverses villes pour servir à des études et à des observations météorologiques.

Bien qu'il existe déjà en France un certain nombre d'établissements scientifiques où l'on pourrait se livrer à des travaux de ce genre, les Observatoires de Paris et de Marseille sont aujourd'hui les seuls où l'on exécute des relevés météorologiques d'un manière constante. A Marseille, les observations se font six fois par jour : à six heures et à neuf heures du matin, à midi, à trois heures, à six heures et à neuf henres du soir. A Paris, on n'avait

jamais observé que quatre fois par jour : à neuf heures du matin, à midi, à trois heures et à neuf heures du soir. Depuis deux ans seulement, on a ajouté des observations à six heures du soir et à minuit. Or, en Angleterre, dans l'Observatoire royal de Greenwich, on fait douze observations par jour, de deux heures en deux heures, embrassant ainsi toute la série des vingt-quatre heures. En outre, l'Observatoire de Greenwich est pourvu d'instruments qui enregistrent d'eux-mêmes leurs indications au moyen de la photographie. Dans les nombreux observatoires magnétiques et météorologiques de l'Angleterre, les observations se font partout de deux heures en deux heures, la série bi-horaire ayant été recommandée par la Société royale de Londres. En Russie et aux États-Unis d'Amérique, on va même plus loin, car les observations magnétiques se font d'heure en heure. Il en est de même à Bruxelles, dans la plupart des observatoires de l'Allemagne et dans quelques-uns de l'Italie. Enfin l'Angleterre, la Russie, l'Allemagne et surtout l'Autriche et les États-Unis, possèdent des observatoires magnétiques, répartis avec intelligence dans les stations physiques les plus intéressantes, tandis que la France n'en possède pas un seul aujourd'hui.

Cependant, comme la nation française a l'esprit éminemment scientifique, de louables efforts ont été faits dans nos départements par quelques particuliers, qui s'efforcent de suppléer, par leur zèle, à l'insuffisance des établissements de l'État. Des observations météorologiques, plus complètes en certains lieux que celles de l'Observatoire de Paris, sont faites depuis plusieurs années à Versailles, Vendôme, Toulon, Bordeaux, Dijon, Lyon, Metz, Rodez, Rouen, Orange, Cherbourg, Nantes, Bourg, le Puy, Privas, etc. Mais, dans ces diverses localités, beaucoup d'observateurs n'ont pu se procurer des stations convenables pour leurs instruments, ce qui fait peser une cer-

taine incertitude sur plusieurs de leurs résultats. En outre, les observatoires météorologiques particuliers n'ont pu réunir tous les moyens d'étude nécessaires. C'est ainsi que l'humidité n'est mesurée que sur bien peu de points, et que les observations sur l'électricité atmosphérique ne se font nulle part en France. Les observatoires magnétiques, qui nécessitent des constructions spéciales et qu'il importe, comme on le sait, d'installer loin des lieux habités qui renferment du fer, ne sont pas à la portée des particuliers : aussi la France est-elle restée seule en dehors de la grande association qui s'est formée pour la solution des nombreux problèmes que soulève le magnétisme terrestre. Enfin, tandis que les instruments à indications continues, au moyen de la photographie, se répandent dans tous les Observatoires l'Europe, et que Greenwich en a possédé dès l'année 1847, la France ne les connaît pas encore.

On ne peut s'empêcher de regretter l'état d'imperfection où notre pays demeure depuis si longtemps sous le rapport des études météorologiques, car les progrès de cette science intéressent très-directement la navigation, l'agriculture, les travaux publics et l'hygiène.

Les recherches météorologiques sont appelées à rendre à la navigation des services incontestables. C'est grâce à l'étude des vents, que depuis quelques années la longueur des traversées a été considérablement réduite. Les diverses nations maritimes doivent une grande reconnaissance au lieutenant Maury, dont les plans habiles ont puissamment contribué à ce résultat. C'est ainsi que l'on a vu la traversée moyenne des États-Unis au cap Saint-Roch, réduite de 41 jours à 22, celle de la Californie de 180 à 100 jours.

Si le paratonnerre protége les marins contre les effets de la foudre, souvent si terribles à bord des navires, le baromètre peut annoncer l'approche d'une tempête; par

ses variations, il avertit le navigateur qui se trouve près d'une côte dangereuse, de s'en éloigner ou de se réfugier dans les ports voisins. Krusenstern attribue à la constance avec laquelle il observait le baromètre le bonheur avec lequel il a su toujours prévoir les coups de vent, et le capitaine Scoresby affirme qu'il a prédit les tempêtes *dix-sept* fois sur *dix-huit* en consultant cet instrument. Et pourtant, les indications déduites des observations isolées du baromètre ont peu d'importance, comparativement à celles que l'on peut obtenir par l'examen simultané de tous les instruments météorologiques, dont plusieurs ont été encore si peu observés. De bonnes séries de recherches feront connaître les pronostics atmosphériques que l'on peut tirer de ces observations, combinées avec celles de l'aspect du ciel.

Lorsque des fils électriques auront relié entre elles les diverses stations où se font les observations météorologiques, on pourra connaître à chaque instant le sens et la vitesse de propagation des tempêtes, et il sera possible, grâce à cet admirable moyen, d'annoncer plusieurs heures à l'avance, sur nos côtes, l'approche de certains coups de vent, et surtout des plus dangereux. L'histoire des naufrages nous apprend, en effet, que la presque totalité de ses événements est due à des vents qui poussent à la côte, et l'on sait que presque tous les ouragans se propagent par aspiration, c'est-à-dire dans la direction d'où ils soufflent.

Dans la nouvelle organisation d'études météorologiques qui se prépare, la pluviométrie rendra aussi des services. Tandis que, pour l'habitant des lieux élevés et secs, la mesure de la quantité de pluie tombée fournit d'utiles indications sur les dimensions à donner aux citernes, aux réservoirs, etc., elle peut prévenir des inondations qui les menacent les habitants des lieux bas et voisins de nos grands fleuves, et leur permettre de sauver leurs ré-

coltes, leurs troupeaux et même leur vie. Déjà une commission hydrométrique, qui s'est formée à Lyon, après les terribles inondations de la Saône, en 1840, a prouvé l'utilité de son institution. Pour l'observation de la chute de la pluie dans le bassin de la Saône, elle a pu, en diverses occasions, non-seulement avertir les habitants d'une crue prochaine, mais prédire, à quelques décimètres près, la hauteur à laquelle l'eau devait s'élever. Actuellement, grâce au zèle de quelques ingénieurs des ponts et chaussées, des observations pluviométriques sont faites concurremment avec l'observation des hauteurs de plusieurs de nos rivières, et des relations curieuses, découvertes par M. Belgrand, ingénieur en chef des ponts et chaussées, entre les crues des diverses rivières de France, donnent la certitude d'arriver, dans cette voie, à des résultats bien importants pour les riverains de nos cours d'eau.

L'hygiène et la médecine sont appelées à retirer de grands services d'une organisation sérieuse de la météorologie. En effet, les variations atmosphériques exercent sur le développement des maladies une influence qui, reconnue dès l'origine de la médecine, n'a pas cessé un instant de préoccuper les pathologistes. L'étude des constitutions médicales, dans ses rapports avec les influences extérieures, est une des parties les plus importantes de la médecine moderne. Pour l'analyse rigoureuse des causes qui provoquent le développement et la propagation de ces grandes épidémies qui viennent, périodiquement, exercer leurs ravages à travers l'Europe, un système régulier d'observations météorologiques est une des premières et des plus importantes conditions d'études. On a vu récemment, dans la découverte de l'ozone atmosphérique, et dans la liaison que l'on prétend avoir constatée entre la présence de l'ozone dans l'air et la salubrité des pays, une preuve intéressante de l'utilité de la météorologie. Enfin, il est de la plus haute importance, tant pour

l'étude des épidémies que pour celle des maladies régnantes, de posséder des notions très-précises sur la direction et sur la variation des vents. Des recherches toutes récentes ont montré tout le parti que la médecine moderne peut tirer de ce dernier genre de renseignements pour l'étude des causes de certaines maladies. C'est donc sous des points de vue bien divers que l'institution des nouvelles stations météorologiques sera utile aux progrès de la médecine et de l'hygiène.

Le plan proposé au gouvernement, en 1855, par le directeur actuel de l'Observatoire de Paris, pour la distribution de ces stations météorologiques à établir en France, a été adopté, et on a commencé à le mettre à exécution. Dans le courant de l'année 1855 et en 1856, un certain nombre de ces stations météorologiques ont été installées dans nos principales villes.

Après avoir créé en France ce nouveau système d'études et d'observations météorologiques, on s'est occupé d'étendre à l'Algérie même cette nouvelle institution scientifique.

Les diverses parties de notre colonie d'Afrique diffèrent singulièrement par leur température; les différences s'y élèvent à 7 ou 8 degrés pour la température moyenne. Aussi les productions du sol y varient-elles dans la même proportion. C'est dans le but d'appliquer à chaque partie de l'Algérie une culture appropriée à son climat, que le gouvernement avait songé depuis longtemps à y établir un ensemble d'observatoires météorologiques organisés sous ses auspices. Le ministre de la guerre avait, dans ce but, demandé à l'Académie des sciences son avis sur cette question et des instructions pour les employés des établissements futurs.

Comme la création d'observatoires météorologiques en Algérie devait constituer une extension très-importante

du système d'études météorologiques déjà établi en partie sur le sol français, la commission de l'Académie des sciences a répondu aux intentions du ministre en faisant connaître ses idées touchant le création d'un certain nombre d'observatoires en Algérie.

Le rapport présenté sur cette question par la commission de l'Académie des sciences, a donné lieu, dans le sein de cette réunion savante, à une discussion extrêmement importante, qui a occupé plusieurs de ses séances pendant le mois de janvier 1856, et qui a beaucoup attiré l'attention du public scientifique en France et à l'étranger. La hardiesse inaccoutumée avec laquelle a été traitée la question scientifique qui se rattachait à ce projet, l'autorité des savants qui émettaient sur ce point une opinion nouvelle, la vivacité qui a présidé aux réponses provoquées par cette attaque, tout a contribué à jeter un haut degré d'intérêt sur cette discussion, que nous allons essayer de résumer.

M. Pouillet, rapporteur de la commission, proposait d'établir cinq observatoires : trois sur le littoral : à Alger, à Bone, à Oran; deux dans les terres, à la plus grande distance possible de la mer, et l'un au moins dans une situation assez élevée. Laissant de côté, pour un temps, les observations de magnétisme terrestre ou d'électricité atmosphérique, la commission demandait que l'on se bornât à déterminer six éléments : la température, la pression atmosphérique, le degré d'humidité, la quantité de pluie, la direction et la force des vents, enfin l'état du ciel. La commission pensait que les observations devraient se faire, non-seulement à heures fixes, mais d'*heure en heure*, condamnant ainsi d'une manière absolue le système d'observations *tri-horaires*, seul adopté jusqu'ici dans la plupart des observatoires du monde. Pour que ce système d'observations horaires pût être exécuté, chaque observatoire devait posséder trois employés, un direc-

teur et deux aides, et les employés demeurer absolument libres de tout autre service actif, public ou particulier. Enfin, la commission émettait le vœu que les cinq observatoires de l'Algérie fussent mis en relation avec cinq observatoires français. De ces cinq observatoires à établir en France, pour correspondre avec ceux de l'Algérie, trois seraient situés sur le littoral, en face des stations africaines; deux dans les terres, à la même distance de la mer; de telle sorte que l'on pût comparer des observations simultanées faites dans des conditions semblables sur les deux rivages opposés de la Méditerranée.

M. Le Verrier avait combattu ce rapport en niant qu'il fût possible d'établir des observations *horaires*. Les observations météorologiques faites heure par heure n'ont pu être introduites à l'Observatoire de Paris, où l'on ne note que de trois en trois heures les indications des instruments. En s'appuyant sur les difficultés qu'il a rencontrées pour essayer de créer sur le sol français vingt-cinq observatoires météorologiques, M. Le Verrier constatait la possibilité d'en créer un certain nombre en Algérie avec des observations si multipliées. Il concluait en disant que la commission aurait dû s'en tenir à un plan plus modeste, de crainte de ne rien créer de sérieux en voulant tout faire.

M. le Maréchal Vaillant, ministre actuel de la guerre, et qui avait consulté l'Académie sur cette question, avait adopté les raisons données par M. Le Verrier, et proposé de ne créer qu'un petit nombre d'observatoires sur quelques points distants de l'Algérie et d'un climat différent, tels qu'Alger, Tlemcen, Biscara, Zaatcha, Laghouat, Tuggurt, etc. Pour éviter de trop grandes dépenses, il demandait un personnel moindre, avec des observations moins suivies.

Limitée à ces considérations d'économie, la discussion présentait assez peu d'importance en elle-même et n'inté-

ressait que d'assez loin la météorologie. Mais la question a tout à fait changé d'aspect lorsque M. Regnault a pris part au débat.

M. Regnault, en effet, n'a pas craint, à propos de la proposition de créer en Algérie des observatoires météorologiques, de nier l'utilité, et presque l'existence de la météorologie, telle qu'elle a été constituée par le genre d'observations que l'on se propose de reproduire exactement en Afrique. Selon notre célèbre physicien, la météorologie n'a encore fourni, dans aucun pays, aucun résultat utile à la pratique agricole. M. Regnault a peine à comprendre que l'on s'occupe de fonder des observatoires de météorologie lorsque les premiers principes à suivre dans les observations météorologiques ne sont pas même posés ou formulés; quand on ne sait pas encore ce qu'il faut observer, comment il faut observer, et où l'on doit observer. Il affirme, sans hésiter, que toutes les observations faites jusqu'ici en Angleterre, en Russie, en Allemagne, en Amérique, n'ont pas fait faire un pas sérieux vers le progrès réel, et il félicite la France de n'avoir pas suivi les errements des contrées voisines, de n'avoir rien ou presque rien fait, alors qu'il était impossible de bien faire.

Parlant ensuite des observations météorologiques faites dans les observatoires spéciaux, M. Regnault demande si elles sont de nature à rendre service à l'agriculture, et s'il importe beaucoup aux paysans de savoir le nombre de degrés que marque à certaines heures du jour et de la nuit un instrument placé au nord, à l'ombre, à une certaine hauteur du sol. Selon lui, ce qui serait nécessaire à la culture, c'est la connaissance des températures extrêmes que les plantes sont exposées à subir pendant le jour, au soleil, à l'ombre et pendant la nuit. Or, c'est précisément ce que ne donnent point les observations faites aujourd'hui dans les observatoires astronomiques, établissements auxquels elles ne pourraient d'ailleurs être demandées, car de telles

recherches ne sont pas de leur ressort. Ce qu'il importerait encore de bien connaître, c'est le degré de la température à partir duquel chaque plante commence à végéter, et qui varie d'une plante à l'autre; c'est la somme des températures nécessaires à une plante pour accomplir sa vie végétale et parvenir à maturité, et une foule d'autres données que l'on demanderait en vain à nos observatoires actuels

Pour M. Regnault, les bases et les règles de la météorologie, en ce qui concerne surtout la climatologie, n'existent pas encore, elles sont encore à découvrir! On a fait jusqu'ici des observations météorologiques dans les établissements astronomiques, qui ne devraient rien avoir à faire concernant la météorologie. A quoi peuvent conduire, en effet, ces observations telles qu'elles sont instituées dans ces établissements au point de vue de la climatologie? Qu'est-ce que cet élément abstrait que l'on nomme *température moyenne*, et que l'on s'efforce de déterminer avec tant de soins et de peines? N'est-ce pas là un être de convention, et qui ne joue dans la nature aucun rôle réel? Quel but veut-on atteindre quand on s'évertue à observer un thermomètre installé au nord et à l'ombre, à une certaine distance des bâtiments et abrité par un toit protecteur? En opérant ainsi, sait-on bien ce que l'on fait, et pourrait-on rendre raison de la nécessité ou de la légitimité des conditions bizarres que l'on s'impose à soi-même? Le gouvernement demande l'institution d'une météorologie qui puisse diriger et hâter les progrès de la culture en Afrique; à quoi bon dès lors les observations irrationnelles et routinières faites jusqu'ici, et ne faut-il pas procéder tout autrement? Ce n'est plus au nord et à l'ombre; mais en plein soleil qu'il faudrait installer les thermomètres; leur place est dans le lieu occupé par la plante elle-même dont on veut déterminer les données météorologiques, les conditions d'existence, de végétation, de maturation, etc. Or, voilà précisément ce qu'on ne fait

pas, ce qu'on n'a pas même encore appris à faire; le terrain n'est ni déblayé ni préparé, comment songer à bâtir.

A l'énoncé de propositions si inattendues, M. Le Verrier a demandé à M. Regnault s'il avait bien apprécié la portée de ses paroles, et s'il ne craignait pas qu'elles aient dans la science un douloureux retentissement. M. Regnault a répondu avec calme qu'il acceptait toute la responsabilité de son opinion, et qu'il était prêt à la développer et à la motiver.

L'opinion émise par M. Regnault avait surpris, et, il faut le dire, péniblement impressionné l'Académie, qui croyait, à tort ou à raison, y voir la pensée de mettre à néant d'un trait de plume, des travaux immenses qui ont occupé les plus grandes illustrations de notre époque, et porté des fruits qu'il serait déraisonnable de contester. Mais l'Académie n'était pas à bout de ses surprises. L'un de ses plus illustres membres, M. Biot, est venu prêter à l'opinion de M. Regnault l'appui de son imposante autorité, en la confirmant sur tous les points. Le grand physicien a développé ses idées sur cette question dans un écrit assez étendu dont nous ne pourrons donner ici qu'une idée abrégée.

M. Biot n'hésite pas à déclarer que la météorologie ne saurait encore, à ses yeux, constituer une science. Telle qu'elle existe aujourd'hui, elle n'a pas de bases fixes. On ne connaît pas les couches atmosphériques dans lesquelles s'accomplissent les phénomènes que l'on observe. En raison du peu de capacité des gaz pour la chaleur, les variations de température de l'atmosphère peuvent à peine être saisies, tant il y a de mobilité dans la couche d'air qui environne la terre. Aussi la température d'un lieu est-elle pour ainsi dire un accident qui dépend de mille circonstances, dans lesquelles la chaleur répandue dans l'atmosphère ne compte que pour un élément. Cette température est variable, non-seulement d'un lieu à l'autre, mais encore d'une minute à l'autre, dans un même endroit.

M. Biot demande donc qu'au lieu de faire des observations météorologiques, on s'occupe de constituer la météorologie par de grandes études sur l'atmosphère.

M. Biot a cité, comme preuve à l'appui de ses opinions, l'inutilité complète, selon lui, des innombrables observations météorologiques qui ont été faites en Russie pendant une très-longue période d'années. L'établissement d'observatoires météorologiques avait été réalisé, en effet, sur toute la surface de la Russie, dans des conditions de multiplicité proportionnées à l'étendue de ce vaste empire. On y avait créé tout un corps spécial, une véritable armée de *météorographes*, ayant son général, ses officiers, ses soldats : ces derniers n'ayant qu'à remplir, aux heures marquées, les cadres d'observations qu'on leur adressait, sans avoir aucun emploi à faire de leur intelligence. Tous ces états réunis ont été imprimés, et constituent de gros volumes in-4°, remplis de chiffres, dont la publication a dû être fort coûteuse. Des institutions analogues ont été sollicitées ou établies dans plusieurs autres parties de l'Europe avec des proportions moins gigantesques.

L'épreuve que l'on a faite en Russie de ces établissements spécialement météorologiques est complète, dit M. Biot. Leur directeur général est un savant distingué; ses aides principaux sont des hommes très-intelligents; lui et eux ont dû se mettre en possession des méthodes et des procédés d'observation récemment perfectionnés. Pourtant, ni là ni ailleurs, on n'a tiré aucun fruit réel de leurs coûteuses publications. Ils n'ont rien produit pour l'avancement de la science météorologique, et j'ajoute que, non par la faute des hommes, mais par le manque d'un but spécial, et par la nature de leur organisation, ils ne pouvaient rien produire, sinon des masses de faits disjoints, matériellement accumulés, sans aucune destination d'utilité prévue, soit pour la théorie, soit pour les applications.

M. Biot conteste que l'on puisse tirer la moindre conclusion, pour la connaissance de l'atmosphère, d'observa-

tions faites à la surface de la terre, c'est-à-dire dans la couche d'air la plus basse, où toutes les causes de perturbations imaginables ont leur siége spécial, et produisent au même instant, dans des localités diverses, souvent peu distantes des effets très-différents.

A défaut de succès dans la découverte des lois générales on s'est rejeté, continue M. Biot, sur l'espérance des applications pratiques. Quand, a-t-on dit, on aura accumulé pendant beaucoup d'années, dans les localités diverses, des masses d'observations thermométriques et hygrométriques régulièrement faites à toutes les heures de la nuit et du jour, on en déduira des moyennes qui seront éminemment utiles à l'agriculture, à la physiologie végétale, à la géographie des plantes, et, par suite, au choix des cultures qui peuvent être fructueusement introduites dans chaque localité. Tout cela s'est encore trouvé être autant d'illusions, et j'ajoute qu'il n'en pouvait autrement arriver.

C'est une chose curieuse que de voir à travers quelles hésitations, avec quel respect pour les promesses théoriques qu'on leur avait faites, les agronomes et les botanistes ont été finalement conduits à en reconnaître la presque complète inutilité. Ils ont fait tous leurs efforts pour établir, d'après les tableaux de températures moyennes, des règles qui définissent les limites des zones territoriales dans lesquelles les diverses classes de végétaux pouvaient vivre et être cultivées avec avantage. Ils ont trouvé qu'en fait ces règles font presque toujours défaut dans l'application.

Nous avons reproduit avec quelques détails les opinions émises par M. Biot sur la stérilité des observations météorologiques, parce que cette idée est au moins originale et neuve, parce que tout ce qui sort de la plume et de la pensée de l'illustre doyen des physiciens de l'Europe, est digne d'être recueilli et noté. Mais il y a bien des objections à élever contre les conséquences, et même contre la réalité de ces remarques. Les observations recueillies en Russie sont bien loin d'avoir été inutiles à la science, comme l'a avancé le vénérable académicien. Les travaux

météorologiques publiés en Allemagne, et en particulier les recherches du physicien Dove, s'appuient en grande partie sur les observations russes. Dans d'autres parties de l'Europe, on a tiré un grand profit des mêmes observations; en particulier, MM. Birt et Quételet s'en sont très-heureusement servis dans leurs mémoires sur les ondes atmosphériques; elles ont, en un mot, contribué à découvrir un certain nombre de lois générales dans la météorologie.

Nous sommes fort disposé à reconnaître, avec MM. Biot et Regnault, que la météorologie est loin de constituer encore une science proprement dite. Mais, ce fait admis, il ne faut pas en tirer cette conséquence que l'on doive renoncer dans l'avenir à toute observation météorologique. C'est précisément parce que la météorologie n'est pas encore constituée, qu'il faut réunir tous les éléments d'expériences propres à faire atteindre cet important résultat. Si, à la fin du dernier siècle, on avait proscrit toutes les recherches chimiques, sous ce prétexte que la chimie n'était pas encore une science positivement créée, nous en serions encore au phlogistique, aux théories vagues et transitoires accommodées par Macquer et les hommes de son temps. Il faut, sans aucun doute, tenir compte du jugement exprimé sur cette question par des physiciens d'une si éminente autorité, mais il faut en tenir compte seulement pour s'efforcer de perfectionner le mode actuel des observations météorologiques, non pour détruire les observatoires actuels, ou pour ternir le mérite de travaux importants, qui sont une des gloires de la science moderne.

Au reste, l'idée que nous venons d'exprimer a été exposée avec beaucoup de bon sens, de modération et de dignité, au sein de l'Académie, par M. le maréchal Vaillant, qui a fait connaître son opinion personnelle sur les points qu'il avait lui-même soulevés. Rétablissant la question sur

son véritable terrain, M. le maréchal Vaillant a tiré de la discussion académique des conclusions que l'on ne saurait trop approuver.

Est-il donc vrai, a dit le savant ministre, qu'il faille dès l'abord et lorsqu'il s'agit d'un pays tout à fait neuf pour nous, conquis d'hier et pacifié d'aujourd'hui seulement, des observations météorologiques poussées à un degré de précision qu'elles n'ont pas même dans notre vieille Europe; et que, si elles n'atteignent pas cette précision, elles soient sans utilité? Nous ne le croyons nullement, et à l'appui de notre opinion, il nous suffira de citer quelques faits.

Ici, le maréchal Vaillant parle de l'importance, pour les colons cultivateurs, de la connaissance préalable de l'époque des pluies dans les différentes contrées de l'Algérie, en vue de la récolte du coton :

Le coton, dit M. le maréchal Vaillant, parvenu à un point de sa croissance, ne doit plus être mouillé par l'eau du ciel: s'il pleut alors, tout est perdu. Eh bien! de quel intérêt n'est-il pas pour le colon de savoir par avance et sans avoir à faire par lui-même des expériences qui peuvent entraîner sa ruine, si dans telle ou telle localité il faut semer plus tôt ou plus tard, si ses cultures seront exposées à être brûlées par le vent du désert, ou noyées par les flots d'une pluie intempestive! Qui peut le diriger à cet égard, sinon les relevés d'observations, même incomplètes, pourvu qu'elles embrassent un assez grand nombre d'années?

Sans doute, continue M. le maréchal Vaillant, nous ne prétendons pas que le cultivateur ne doive marcher que le baromètre et le thermomètre à la main: mais nous croyons qu'il peut être avantageusement renseigné par des séries d'observations.

Au point de vue de l'hygiène de notre armée, ces observations ont bien un autre mérite. Combien nous a coûté l'ignorance où nous étions de toutes choses dans les premières années de l'occupation! Que de progrès ont été faits à mesure que l'observation est venue révéler les causes d'insalubrité de chaque localité, causes qui tiennent, non-seulement aux transitions des températures, mais aux retours des pluies, à

leur abondance, à la promptitude avec laquelle elles saturent le sol et ramènent la végétation!

Les opérations militaires ne sauraient non plus négliger ce qu'indiquent les séries d'observations météorologiques. Dans telle partie de l'ancienne régence d'Alger, si l'on se met en campagne à une époque donnée, on a pour soi toute chance de beau temps; dans telle autre province, on est assuré de tomber, à cette époque, dans une série de jours de pluies et d'orages. Comment le savoir d'avance, et avec quelle certitude, sinon par des observations antérieures? Mais point n'est besoin, on l'avouera, que ces observations soient faites d'heure en heure, de jour et de nuit, et que leurs résultats soient précis jusqu'à la dernière décimale.

La grenouille du père Bugeaud, aussi bien que *sa casquette*, égaye encore aujourd'hui les bivouacs de nos soldats en Afrique. Ce grand homme de guerre qui a tant fait pour l'Algérie, *ense et aratro*, consultait sa *rainette* avant de mettre ses troupes en marche pour une expédition. Un baromètre, alors même qu'il ne serait pas parfait, ne vaut-il donc pas une grenouille?

L'auteur de cette communication résume ainsi les conclusions générales qu'il faut tirer, en ce qui concerne la science météorologique en général, de la discussion que nous venons de rapporter :

Nous ne saurions avoir, pour les observations météorologiques faites jusqu'ici, l'espèce de dédain avec lequel on les accueille aujourd'hui. Sans doute, elles ne sont pas encore satisfaisantes et de tout point irréprochables; mais il y aurait, selon nous, beaucoup d'ingratitude de la part des hommes de science, à ne pas reconnaître tous les vrais services rendus déjà par ces observations, dont on semble faire si peu de cas. Bien étudiées, bien comparées et convenablement discutées, elles fournissent des renseignements précieux. Ce sont elles qui ont fait reconnaître les *lignes isothermes*, et qui ont montré avec quelle singularité tout imprévue la chaleur se distribue à la surface de notre globe. Ce sont ces observations si critiquées qui ont donné l'éveil à Wells et l'ont conduit à sa belle théorie du rayonnement: ce sont elles qui ont averti des variations diurnes du baromètre; et si ces variations attendent encore une explication satisfaisante, ce n'est pas à l'imperfection des instruments qu'il faut s'en prendre!

Enfin, qui donc nous a appris que la quantité d'eau qui tombe du ciel présente des différences quelquefois si considérables. selon que la pluie est recueillie près du sol même ou à quelques mètres au-dessus? Qui nous a appris que, contrairement à l'opinion commune, il tombe bien plus d'eau dans le Midi, où le soleil brille presque toujours, que dans le Nord, où il pleut pendant toute l'année? Et, par contre, qui a mis les savants sur la voie de l'explication d'un phénomène si longtemps contesté par eux, tandis qu'il était patent pour tous les paysans habitant dans le voisinage des grands cours d'eau, à savoir la formation des glaçons au fond des fleuves et non pas à la surface de l'eau? Ayons de la reconnaissance pour les devanciers qui ont fait faire les premiers pas à la science; louons-les de leurs efforts persévérants, et faisons des vœux pour que l'avenir de la météorologie ne reste pas, en fait de découvertes, au-dessous de son passé.

On ne saurait plus sagement ni plus dignement conclure.

Disons, pour terminer, que le rapport de la commission dans lequel on proposait l'installation de cinq observatoires en Algérie a été adopté par l'Académie des sciences.

2

Établissement en France d'un système d'observations météorologiques simultanées, au moyen de la télégraphie électrique.

La France est aujourd'hui couverte d'un vaste réseau de fils télégraphiques, et les bureaux de correspondance électrique renferment un grand nombre d'employés. Pendant les intervalles de loisir que laisse la transmission des dépêches, on peut utiliser le précieux moyen de la correspondance électrique, pour expédier et faire converger vers un point central, à Paris, par exemple, des renseignements recueillis au même instant sur l'état de l'atmosphère dans les divers lieux de la France, sur leur température, l'état de la mer, la direction des vents, etc., au même moment de la journée.

Aux États-Unis, on publie depuis longtemps des relevés météorologiques de ce genre, qui paraissent dans les journaux quotidiens, et que l'on affiche dans divers bureaux des principaux centres de population de ces vastes contrées. Les mêmes usages existent depuis quelques années en Angleterre et en Autriche. Mais les renseignements transmis de cette manière dans les pays que nous venons de citer n'intéressent que le commerce et ne s'adressent qu'à lui. Les négociants sont ainsi tenus au courant de l'arrivée et du départ des navires, de l'état de la mer dans les différents ports, des orages et des accidents atmosphériques qui peuvent exercer une influence sur la navigation.

C'est une particularité remarquable et qui fait bien ressortir le caractère spécial et l'esprit élevé de notre nation, que l'on ait parmi nous songé avant tout à faire servir les indications météorologiques simultanées que peut fournir la télégraphie électrique, non à l'usage exclusif des intérêts privés, mais au progrès de la science. Dès que l'usage de ces moyens d'observation instantanée a été régularisé et étendu à toutes les parties de la France, c'est-à-dire dès le commencement de l'année 1855, M. Le Verrier, directeur de notre Observatoire, prit toutes les mesures nécessaires pour faire diriger simultanément vers Paris des dépêches télégraphiques indiquant, à un même instant du jour, l'état de la température et la direction des vents. Il fit exécuter avec ces éléments réunis une véritable *carte de l'état atmosphérique de la France*. Cette carte était destinée à résumer, sous une forme synthétique, l'ensemble des résultats météorologiques obtenus au même instant sur toute l'étendue du pays. Avec une carte semblable, il est facile de dresser des relevés météorologiques se rapportant aux principales localités et représentant, pour chaque jour de l'année, les observations recueillies simultanément dans toute l'étendue de la France.

Les travaux préparatoires exécutés en 1855 par l'Ob-

servatoire de Paris avaient pour but d'essayer s'il était possible d'établir, sans nuire au service administratif, un système régulier d'observations, qui seraient transmises chaque jour par le télégraphe électrique. Cette possibilité ayant été reconnue, les deux administrations se sont entendues pour mener à bonne fin cette importante entreprise.

Il fut d'abord reconnu qu'il importait à la régularité du nouveau service, que les observations fussent faites dans les postes télégraphiques, qui devraient être, à cet effet, munis d'instruments. Sans doute, dans un certain nombre de localités, on aurait pu compter sur le zèle de quelques amis de la science; mais on n'a pas voulu leur imposer une charge aussi lourde que celle d'une transmission quotidienne. Malgré le dévouement des observateurs météorologistes des départements, il aurait été impossible, à cause de leurs autres occupations, d'arriver à une exactitude suffisante, et des irrégularités se seraient inévitablement produites. De plus, les observations particulières ne pouvaient présenter les mêmes garanties de durée et de permanence que celles des stations administratives.

Ce premier point ayant été arrêté, il fut convenu avec le directeur général, M. de Vougy, que l'administration des lignes télégraphiques ferait recueillir les observations par ses agents, et les ferait transmettre à l'Observatoire de Paris, tandis que, de son côté, l'Observatoite fournirait les instruments et les instructions, réduirait les observations et les ferait publier.

Enfin, chacune des deux administrations chargea un de ses fonctionnaires de mettre ce plan à exécution. L'administration des télégraphes délégua M. Pouget-Maisonneuve, connu par les importantes améliorations qu'il a introduites dans les télégraphes électro-chimiques; M. Liais fut désigné du côté de l'Observatoire.

Les instruments d'observation, pour la température, la

pression barométrique, etc., ont dû remplir des conditions particulières. Il était nécesssaire, en effet, que l'on pût les observer aisément et rapidement, tout en conservant la précision des appareils ordinaires. M. Liais a donc fait construire un système de baromètre à une seule lecture, se graduant par comparaison avec un étalon sous la machine pneumatique, et qui atteint parfaitement le but proposé. Ce baromètre a exigé la formation de nouvelles tables de réduction. Les thermomètres ont été gradués sur tige, et numérotés sur la plaque d'émail, ce qui les rend toujours très-aisés à lire. De plus, ils ont leur réservoir couvert d'une feuille métallique destinée à dissimuler les effets de la radiation.

Outre les instruments, les divers postes ont reçu des registres dont ils conserveront toujours la collection, en sorte que chaque station possédera, dans l'avenir, l'ensemble de ses observations passées; indépendamment des transmissions télégraphiques, les observations seront envoyées journellement par la poste, à l'Observatoire, au moyen de bulletins.

Les connaissances particulières que possèdent les employés de l'administration des télégraphes sont un sûr garant que les observations seront bien faites.

On n'exige de chaque chef de poste, chaque jour, que trois observations : à neuf heures du matin, à trois heures et à neuf heures du soir; mais on lui sait gré d'en faire davantage, et presque tous ont dépassé le nombre réglementaire. C'est ainsi que le Havre, Abbeville, Strasbourg, Châlons-sur-Marne, Bayonne, envoient même six observations par jour.

Voici la liste des stations météorologiques qui sont établies dès ce moment, rapportées aux principaux bassins de la France.

Bassin du Rhin : Strasbourg, Mézières, Dunkerque, Mulhouse.

Bassin de la Seine : Tonnerre, Paris, le Havre, Châlons-sur-Marne, Abbeville.

Bassin de la Loire : Limoges, Napoléon-Vendée, Brest, Clermont-Ferrand, Nevers, le Mans.

Bassin de la Gironde : Montauban, Bayonne, Rodez, Rochefort.

Bassin du Rhône : Besançon, Lyon, Avignon, Narbonne, Draguignan.

Les observations sont consignées d'abord sur un registre destiné à rester toujours dans la station; elles sont ensuite transmises à l'Observatoire par le télégraphe électrique. A l'Observatoire, elles seront transcrites sur des registres spéciaux, réunis en tableaux, discutées quelquefois, et très-probablement publiées, dit M. Le Verrier « dans un bulletin mensuel, avec plus ou moins d'étendue, suivant les ressources du budget et du personnel. »

Quand le service de la météorologie française ne laissera plus rien à désirer, M. Le Verrier promet de s'occuper d'étendre ce réseau aux contrées voisines; il s'est déjà assuré du concours de la Belgique et espère beaucoup de l'Angleterre. Le prince Maximilien d'Autriche et le prince Oscar de Suède, qui en 1856 ont visité l'Observatoire, ont pris l'engagement de contribuer de tout leur pouvoir à faire marcher de pair l'union météorologique et l'union politique de la France, de l'Autriche et de la Suède.

Depuis les premiers jours de juin 1856, un journal quotidien de Paris publie, chaque soir, les relevés météorologiques des observations faites pendant le cours même de la journée qui va finir, dans les villes suivantes : Dunkerque, Mézières, Strasbourg, Tonnerre, Paris, le Havre, Brest, Napoléon-Vendée, Limoges, Montauban, Bayonne, Avignon, Lyon et Besançon. La science et le public trouvent dans ces tableaux des renseignements d'une grande utilité.

III

LES CHEMINS DE FER.

I

Les chemins de fer dans les villes. — Projet de M. Brame, d'un chemin de fer sur arcades dans les rues de Paris. — Les boulevards de fer. — Système de M. Telle. — Projet d'un réseau de voies ferrées sous Paris. — Projet d'une rue de fer à Bruxelles. — Autre projet d'une voie ferrée le long des rives de la Seine.

Bien qu'aucune cité en Europe n'ait encore adopté, pour le service intérieur de ses transports, le système de locomotion par les voies ferrées, ce système a été, depuis plusieurs années, l'objet d'un assez grand nombre d'études. Parmi les projets nombreux qui ont surgi pour ajouter aux embellissements ou à l'étendue de Paris, la création de chemins de fer dans l'intérieur de la capitale n'a pas manqué d'être mise en avant. Nous allons présenter ici un tableau abrégé de l'état actuel de cette question, des travaux et des études dont elle a été l'objet jusqu'à ce moment de la part de divers inventeurs.

On a proposé successivement de faire pénétrer les chemins de fer dans l'intérieur des villes :

1° Souterrainement;

2° Par des rails simplement placés à niveau du sol;

3° Sur des arcades élevées à une certaine hauteur au-dessus de la voie publique.

Chacun de ces trois systèmes présente des avantages et des inconvénients que nous allons sommairement indiquer.

L'établissement des chemins de fer dans des tunnels creusés sous la voie publique n'apporterait aucun trouble à la circulation qui s'opère dans les villes. Il n'exigerait aucune acquisition de terrains. Enfin, on pourrait mettre facilement la voie ferrée en communication avec les caves des maisons, transformées en magasins de dépôt de marchandises. Mais l'établissement de ces chemins de fer souterrains rencontre une très-grande difficulté dans l'existence, au-dessous du sol des grandes villes, des diverses conduites pour l'eau et le gaz, et surtout dans la présence des égouts. Cet obstacle est bien difficile à écarter. On a donc renoncé jusqu'à ce moment à l'idée des chemins de fer souterrains, qui, s'ils avaient pu être adoptés, nous auraient montré, pour la première fois, le spectacle curieux de gens descendant à la cave pour monter en voiture.

Quant aux chemins de fer établis sur les terrains de niveau, ils occasionneraient une gêne considérable à la circulation. Ils ne semblent donc admissibles que lorsqu'il s'agit de pénétrer dans une ville essentiellement industrielle, où toutes les convenances restent subordonnées aux besoins des usines. En effet, sur les chemins de niveau, les raccordements de la voie avec les usines sont faciles ; le transport économique des matières pondérantes, qui est pour les cités industrielles la plus importante des conditions, se trouverait ainsi assuré. Mais nous n'avons pas besoin de dire que, dans les villes non industrielles, on ne saurait songer sérieusement à lancer une locomotive sur des rails à niveau du sol, au milieu des embarras et de l'encombrement des rues livrées à la circulation publique.

Nous nous trouvons ainsi amenés, par voie d'exclusion, à reconnaître que le seul moyen sérieux d'installer un chemin de fer au sein d'une ville, consiste à placer les rails sur une série d'arcades élevées à une certaine hauteur au-dessus du sol. Mais ce système, tel qu'il a été

conçu jusqu'ici, est très-dispendieux, car il nécessite, outre l'achat des terrains, d'importantes constructions.

Les inconvénients que présente le système des chemins de fer à arcades dans l'intérieur des villes pourraient néanmoins être assez facilement amoindris à l'aide de dispositions spéciales. Éclairé par les critiques qui ont été adressées aux divers projets de ce genre précédemment conçus, M. Brame, ingénieur en chef des ponts et chaussées d'un grand mérite, a imaginé des dispositions nouvelles qui auraient le double avantage de concourir à l'embellissement des villes, et de se plier, sans la modifier en rien, aux exigences de la circulation actuelle.

Nous allons donner un aperçu du plan qui a été imaginé par M. Brame, pour créer des chemins de fer au sein des villes sans danger pour la circulation, et avec grand avantage pour l'élégance et la décoration des voies publiques. M. Jacqueline, chef des études du chemin de fer du Mans à Mérillon, a donné la description du système de M. Brame. C'est d'après ce dernier que nous allons exposer ce plan d'une manière succincte. M. Jacqueline a eu l'idée de le présenter aux yeux sous la forme attrayante de quelques dessins ou esquisses de fantaisie, qui pourront, grâce à cette forme, pénétrer plus facilement dans les esprits qu'un *projet* proprement dit s'adressant aux hommes spéciaux.

On pourrait comparer les chemins de fer urbains imaginés par M. Brame à l'un de nos boulevards, dont la chaussée, exclusivement consacrée à l'emplacement des deux voies de fer, et les larges trottoirs destinés aux piétons, seraient établis sur des arcades; le tout, de plain-pied avec le premier étage.

Que l'on imagine un tel boulevard compris entre deux rues parallèles, dont il serait séparé par des constructions. Ces dernières auraient deux façades : l'une, sur le chemin de fer avec boutique correspondant au premier étage;

l'autre sur les rues latérales avec boutiques au rez-de-chaussée. Ces rues seraient, par conséquent, d'un étage en contre-bas du chemin de fer; elles communiqueraient entre elles au moyen de viaducs établis sous la voie de fer à la rencontre de toutes les rues transversales.

Aux têtes de ces viaducs seraient accolés des escaliers doubles, mettant en communication les trottoirs du boulevard avec ceux des rues latérales.

Ces viaducs seraient recouverts en dalles de verre, afin d'en éclairer la traversée, et leurs culées pourraient être appropriées pour l'installation de boutiques, qui se trouveraient ainsi dans les mêmes conditions que la plupart de nos galeries vitrées actuelles.

Le dessous du boulevard, distribué en caves et sous-sols, serait utilisé comme dépendances des boutiques attenantes; il suffirait de recouvrir en dalles de verre épais les trottoirs du boulevard pour éclairer ces magasins.

La circulation des voitures, étant exclusivement reportée dans les rues latérales, s'effectuerait ainsi sans entraves et dans les conditions ordinaires. Celle des piétons, qui aurait lieu sur les trottoirs des boulevards, serait exempte de tous les inconvénients que l'on éprouve actuellement aux traversées des rues. Des marquises vitrées mettraient les promeneurs, auxquels l'étalage des boutiques offre un si grand attrait, à l'abri des intempéries de l'air. Une élégante balustrade, bordant le trottoir, interdirait l'accès sur la voie de fer, sans gêner la vue lorsqu'elle se reporterait sur le mouvement de va-et-vient des convois.

De légères passerelles en fer, convenablement espacées, faciliteraient les communications d'un trottoir à l'autre par-dessus le chemin de fer. Ces passerelles seraient supportées par leurs escaliers d'accès aboutissant au bord des trottoirs. Le dessous de ces escaliers pourrait être utilisé pour l'entrée et la sortie des voyageurs du chemin de fer: un bureau de contrôle y serait établi à cet effet.

Dans le projet qui nous occupe, M. Brame propose d'effectuer la traction sur le chemin de fer par des machines fixes et non par des locomotives, afin d'éviter les secousses ou les ébranlements, et de préserver les habitations voisines du bruit et de la fumée des locomotives. Les trains seraient nombreux et les stations rapprochées, pour suffire aux besoins d'une circulation active.

A ce séduisant projet des *boulevards de fer*, selon l'expression de l'auteur, on ne peut guère objecter que les dépenses excessives qu'entraînerait son exécution. M. Brame fait remarquer, il est vrai, qu'en outre des recettes du chemin de fer, on réaliserait encore le produit de la location des constructions, qui toutes seraient disposées en façades. Il est certain pourtant que cette source de revenu serait insuffisante pour couvrir les dépenses énormes qu'exigerait l'établissement de ces charpentes continues de fer élevées sur toute l'étendue de la voie. Il est donc fort à croire que ce n'est pas sous cette forme que les chemins de fer urbains sont destinés à réaliser. Toutefois le travail de M. Brame servira certainement de point de départ à des projets analogues, qui, conçus dans d'autres conditions, pourront être d'une exécution moins dispendieuse.

Nous n'abandonnerons pas l'intéressante publication due à M. Jacqueline, sans faire remarquer qu'un inventeur modeste autant que distingué, M. Telle, est l'auteur d'une publication analogue et qui a sur cette dernière la priorité de date. Au mois de février 1855, M. Telle a publié à Paris une brochure de quelques pages qui a pour titre : *Les chemins de fer dans l'intérieur de Paris et des autres grandes villes*, où son système se trouve décrit en entier[1]. Ce système a la plus grande analogie avec celui de M. Brame,

1. L'*Illustration* du 20 avril 1856 a publié une vue d'un chemin de fer dans Paris, d'après les descriptions de la brochure de M. Telle.

que nous venons de faire connaître. Il consiste à placer les rails sur des arcades élevées, et disposées tout exprès au milieu des rues, en plaçant la voie à la hauteur du premier étage.

Le mérite de la première publication sur ce sujet ne saurait être contesté à M. Telle ; mais nous devons ajouter que les travaux de M. Brame sur les chemins de fer urbains sont bien antérieurs aux publications que nous venons de mentionner. MM. Brame et Flachat ont présenté, en juillet 1853, un projet de chemin de fer intérieur destiné à desservir les Halles centrales de Paris. Ce projet, qui fut déclaré d'utilité publique en février 1854, a été publié dans le n° 137 de la *Revue municipale de Paris*[1], Il reçut un commencement d'exécution, et fut ensuite abandonné pour faire place au chemin de fer souterrain, proposé par M. Baltard, ingénieur-architecte de la ville de Paris. L'exécution de ce dernier chemin de fer souterrain est commencée depuis un an, et les travaux vraiment admirables auxquels il donne lieu touchent à leur terme.

Après avoir fait connaître le plan de M. Brame et celui de M. Telle, après avoir signalé ce que ces deux projets offrent de monumental, nous passerons à deux autres projets dont les auteurs ont bien voulu nous donner communication, et qui prouvent que l'établissement des voies ferrées au sein des villes est beaucoup plus près qu'on ne le pense généralement de l'époque de sa réalisation. Nous attacherons ici moins d'importance à formuler une appréciation, un jugement sur ces projets, qu'à les exposer exactement. Ce qui importe, en effet, dans les cas de ce

1. Ce projet a été décrit dans une brochure publiée en 1854, chez V. Dalmont, par MM. Édouard Brame et Flachat, sous ce titre: *Chemins de fer de jonction des Halles centrales avec le chemin de fer de ceinture. Rapport à l'appui du projet,* par M. Édouard Brame, ingénieur des ponts et chaussées, et Eugène Flachat, ingénieur en chef du chemin de fer de Saint-Germain.

geure, c'est de porter à la connaissance du public les innovations qui sont proposées. La véritable valeur d'une idée ne tarde pas à être fixée, lorsque tout le monde est mis en mesure de la connaître et de la discuter.

Le plan d'un réseau de voies ferrées à établir sous Paris est le premier dont nous nous occuperons ici.

En examinant la question générale de l'établissement des voies ferrées dans l'intérieur des villes, nous avons dit plus haut que l'établissement des chemins de fer souterrains doit rencontrer une difficulté insurmontable dans l'existence, au-dessous du sol des grandes villes, des diverses conduites pour l'eau et le gaz, et dans la présence des égouts. C'est en effet devant cet obstacle que s'étaient arrêtés les auteurs d'un projet conçu, il y a peu de temps, de chemins de fer souterrains à établir dans Paris. Dans un travail dû à M. Lacordaire et à un autre ingénieur des ponts et chaussées, et qui avait été entrepris sous les auspices de M. Le Hir, on avait songé, pour créer une voie ferrée sous les rues de Paris, à détourner les égouts actuels. Mais les auteurs de ce projet se trouvèrent arrêtés par le refus, de la part de l'autorité municipale, de laisser établir aucune galerie souterraine, soit au niveau, soit au-dessus des égouts actuels. Comme les plans de la ville, quant aux égouts futurs, sont encore incertains, il leur fut même déclaré qu'aucune autorisation ne pourrait être donnée, si les galeries du chemin de fer ne descendaient à une profondeur assez grande pour ne contrarier ni les égouts présents ni les égouts futurs.

Cette déclaration de l'autorité municipale parut, pendant assez longtemps, devoir couper court à tout projet de ce genre. Cependant, à la suite d'une nouvelle étude de la question, due à M. Mondot de la Gorce, ancien ingénieur de département, on reconnut non-seulement la possibilité, mais encore les avantages nombreux que présenterait

l'établissement d'une voie ferrée à une grande profondeur sous le sol, c'est-à-dire au-dessous du niveau des égouts.

L'abaissement du niveau des galeries de la voie ferrée présentait en effet l'avantage, sur les points de Paris où le sous-sol est inondé, d'arriver à la couche d'argile, au lieu d'avoir à creuser dans le sable mouvant. En se bornant à une seule voie dans toute la partie du réseau où la circulation ne serait pas extraordinairement active, en réduisant les galeries à la largeur strictement nécessaire, et en substituant le forage en tunnel au creusage à ciel ouvert, les auteurs de ce projet trouvaient, dans la condition même qu'on leur imposait, les moyens de faciliter l'exécution de leur entreprise.

Le premier projet fut donc remanié pour entrer dans des conditions toutes nouvelles, et voici le plan qui a été soumis à la ville de Paris, et dont nous trouvons un exposé complet dans un mémoire imprimé, qui a pour titre : *Entreprise générale d'un transport de personnes et de choses dans Paris par un réseau de chemins de fer souterrains.* Ce mémoire est signé par M. Lacordaire, ancien ingénieur divisionnaire des ponts et chaussées, et par M. Le Hir, avocat à la Cour impériale de Paris.

Le réseau des voies souterraines qui est proposé aurait 25 170 mètres de développement. Il relierait entre elles et avec les Halles centrales toutes les gares de chemins de fer, par les six lignes suivantes :

1° Ligne de Bercy et de la gare de Lyon à la place de la Bastille et à la Madeleine, par les boulevards, avec embranchement auprès du Château-d'Eau sur la douane ;

2° Ligne de la place de la Bastille à la Madeleine par la rue de Rivoli et la place de la Concorde ;

3° Ligne du bassin de la Villette aux Halles centrales, en touchant à la gare de l'Est, avec embranchement sur la gare du Nord, et en descendant par les boulevards de Strasbourg et de Sébastopol ;

4° Ligne de la gare de Rouen aux Halles centrales par la rue de la Chaussée-d'Antin, le boulevard des Italiens et la rue Montmartre;

5° Ligne de la gare de Sceaux aux Halles centrales, par le prolongement du boulevard projeté de Sébastopol;

6° Ligne de la gare d'Orléans à la gare de l'Ouest, par la rue des Écoles, coupant la ligne précédente.

Le souterrain tout entier serait construit en matériaux imperméables à l'eau. Des puits d'aérage seraient placés à des distances très-rapprochées, et les galeries seraient éclairées dans tout leur parcours.

Les transports ne s'opéreraient point par des locomotives, mais par des plateaux roulants, que des câbles sans fin, mus par des machines fixes, conduiraient et ramèneraient d'une gare du réseau à la gare correspondante.

Le chemin de fer aurait vingt-deux gares et vingt-sept stations, disséminées sur les principaux points de Paris.

La dépense totale pour la construction de ce réseau, l'établissement des gares et stations, les machines motrices, les wagons, les voitures, les transports, toutes difficultés de construction prévues, s'éleverait à 40 millions. Les auteurs du projet proposent de se charger de cette dépense, moyennant une simple concession, et sans aucune subvention.

Ajoutons qu'à ce réseau de voies ferrées souterraines serait annexé un service complémentaire de voitures ordinaires, traînées par des chevaux, pour transporter quotidiennement, et d'heure en heure, les articles de messagerie, et même de roulage, dans la circonscription de chaque gare du chemin de fer souterrain. Cent bureaux secondaires, dépendant de ce service complémentaire, recevraient tous les paquets et articles de messagerie, ceux du commerce et ceux des particuliers, en dehors des lignes du réseau.

Ainsi se trouveraient répandus sur toute la surface du

Paris et à la portée de tous les habitants 147 bureaux, savoir 22 gares et 25 stations du réseau souterrain, et 100 bureaux du service complémentaire.

Tel est le plan dont l'exécution a été proposée à la ville de Paris. Énumérons maintenant les avantages qui se rattacheraient, selon les auteurs de ce projet, à la création d'une voie ferrée sous les rues de la capitale. Cet établissement aurait, selon eux, pour effet :

1° De diminuer l'encombrement des rues principales, cause permanente des accidents quotidiens, qui s'accroît tous les jours, et qui s'accroîtra plus encore avec le développement que prend chaque année la population parisienne ;

2° De rendre l'entretien des rues beaucoup plus facile et moins dispendieux, en les débarrassant de l'affluence de lourdes voitures, dont la lente progression est un si grand obstacle à la circulation, et dont le poids est la cause principale de la destruction des chaussées ;

3° De mettre à la disposition des habitants de Paris des moyens de transport toujours prêts, toujours suffisants, et de les rendre accessibles, pour une très-modique rétribution (1re classe, 10 *centimes ;* 2e classe, 5 *centimes*), aux nombreux ouvriers qui logent aux extrémités de Paris ou dans la banlieue comme aux voyageurs dans Paris, pour lesquels les moyens de transport ordinaires sont et seront toujours insuffisants, les jours de grande affluence ;

4° De hâter et de régulariser le service du factage des messageries et celui du camionnage. Il faut bien reconnaître, en effet, que dans l'état actuel des choses, les articles de messageries, apportés dans quelques heures par les chemins de fer des points les plus éloignés du territoire, mettent quelquefois autant et plus de temps pour parvenir de la gare chez le destinataire, qu'ils n'en ont mis pour parcourir toute la France. Aujourd'hui, d'innombrables petits articles sont transportés de Paris aux villes placées

dans un rayon de 25 à 30 lieues, et réciproquement. Certaines industries, dont le centre est à Paris, se sont étendues aux environs de la capitale sur une surface de plus de 1000 lieues carrées. Pour favoriser complétement l'expansion, la dilatation de cette puissance industrielle, il faudrait que la rapidité des transports dans Paris même ne laissât rien à désirer. Or, c'est ce qui n'existe pas, comme on le sait : la création d'une voie ferrée souterraine répondrait à ces exigences du commerce actuel de la capitale.

En somme, les auteurs de ce projet offrent à la ville de Paris de la doter, dans trois ans et sans aucune subvention, d'un réseau de plus de 25 kilomètres de voies ferrées souterraines, d'imprimer au transport des articles de messageries et de roulage dans Paris, aujourd'hui si lent et si imparfait, une grande promptitude; de diminuer l'encombrement des rues, et par suite, les chances d'accidents, dont le nombre ne pourra que s'accroître avec l'augmentation progressive de la population, enfin, de transporter au prix de 5 centimes les voyageurs d'une extrémité à l'autre de Paris, et dans toutes les directions principales.

Voilà des considérations et des perspectives assez importantes pour qu'elles nous aient paru dignes d'être communiquées au public. Nous ajouterons que le projet que nous venons d'exposer est sérieux, puisque la demande de concession adressée au ministre des travaux publics a été renvoyée par ce dernier à l'examen du préfet de la Seine et du préfet de police, qui l'étudient en ce moment.

Après avoir exposé le plan de M. Le Hir, qu'il nous soit permis de noter les difficultés auxquelles pourrait donner lieu son exécution.

La création de tunnels sous la voie publique n'aurait-elle pas pour résultat d'inspirer à la population des craintes

sur la solidité de la ville, qui se trouverait ainsi percée, dans ses fondements, par une canalisation souterraine de plus de 25 kilomètres? Les dépenses nécessaires pour cette entreprise ne dépasseraient-elles pas les devis présentés par les auteurs de ce projet? Dans tous les cas, il y aurait là toute une perturbation apportée à ce qui existe, sans parler des obstacles que présenteraient, sur quelques points, les catacombes, dont il faudrait détruire les piliers et les murs de soutènement.

Du reste, en laissant aux auteurs du Mémoire que nous avons sous les yeux le soin de résoudre ces problèmes, nous devons convenir que leur projet a de quoi séduire par son ensemble, qui est imposant, et par ses détails, qui offriraient de grandes économies à l'édilité parisienne, en particulier, pour la diminution des énormes dépenses que coûte annuellement l'entretien des rues et des chaussées. Mais il nous semble que notre Paris, ce Paris dont on aime le mouvement, l'animation et le bruit, perdrait beaucoup de son charme, si les 50 000 voitures qui, tous les jours, circulent à sa surface, n'en sillonnaient plus les rues, et se trouvaient en grande partie remplacées par des convois s'engouffrant dans les entrailles de la terre. Que Chamfort, dans un accès d'humeur, se soit écrié : « Je ne croirai à la souveraineté du peuple que « lorsqu'il ne circulera plus un seul cabriolet dans les « rues de Paris ! » ce n'est à nos yeux qu'une boutade. Ce n'est pas ainsi que s'entend aujourd'hui la souveraineté du peuple.

Dans le réseau de chemins de fer souterrains proposé par M. Le Hir, nous croyons qu'il y a d'admirables détails, dont on peut s'inspirer dans la pratique; mais ce système ne saurait être entrepris dans son ensemble sans faire craindre pour la solidité des constructions parisiennes. Ce travail de taupe ne s'accomplirait point sans de graves inquiétudes pour les 40 000 maisons et le million

d'habitants dont se compose Paris. Ce Paris, renouvelé, transformé depuis quelques années, et dont les vieux quartiers et les édifices vermoulus vont subir une métamorphose complète, changeons-le à la surface, inondons-le d'air et de soleil, mais ne touchons pas à sa base, de peur de nuire à la sécurité de ses habitants.

Nous passons à l'examen d'un projet de voies ferrées intérieures, qui a été proposé pour la ville de Bruxelles par M. Carton de Wiart.

Nous avons vu, avec le projet de MM. Brame et Telle, un chemin de fer exigeant la construction d'une ville nouvelle, pour ainsi dire, puisqu'il nécessite la création de rues particulières, destinées à recevoir les arcades de la voie ferrée. Nous venons de voir, avec le projet de M. Le Hir, un chemin de fer exigeant une canalisation complète, à une grande profondeur, sous le sol. Le plan proposé par M. Carton de Wiart, pour la ville de Bruxelles, est plus facile à réaliser. L'auteur de ce projet ne demande pas la construction d'une ville nouvelle pour y approprier son système; il se plie, au contraire, à tous les accidents de terrain, à toutes les sinuosités, passablement nombreuses, d'une ville déjà existante, et qui est renommée par les difficultés qu'elle présente à la simple circulation des voitures. M. Carton de Wiart propose de raccorder les stations du Nord et du Midi du railway de l'État, à Bruxelles, par une rue de fer, dont il fait connaître les moyens d'exécution et le but, sous le titre modeste d'*avant-projet*.

La Belgique a devancé le continent européen en créant, la première, sur son territoire un réseau de chemins de fer qui embrasse huit provinces, et que doit compléter la ligne du Luxembourg; il serait glorieux pour ce petit État de voir sa capitale offrir le même exemple pour une rue de fer, devenant à Bruxelles une réalité, tandis que ce ne serait encore ailleurs qu'un projet. Ajoutons que cette ini-

tiative ne semble rien présenter d'impossible, grâce au plan combiné par M. Carton de Wiart, et qui représente une sorte de terme moyen entre le viaduc et le tunnel.

Pour exposer le plan de l'ingénieur belge, il nous suffira de citer quelques passages du mémoire qui a été publié par l'auteur.

Après avoir rappelé la disposition topographique de Bruxelles, divisée en deux parties, l'une de niveau, qui forme le bas de la ville; l'autre bâtie en amphithéâtre, sur la colline que couronne le parc, M. Carton de Wiart explique son projet en ces termes :

Cette disposition nous a permis de présenter un projet de rue de fer qui traversera Bruxelles à mi-côte et réunira les stations du Nord et du Midi, en passant au-dessous des rues qu'il faut couper pour aller d'une station à l'autre. Cette rue de fer traversera Bruxelles, comme les canaux traversent Venise. On peut s'en faire une idée approximative en se plaçant, rue de la Régence, sur le *pont de fer*, et en considérant la rue de Ruysbroeck comme exclusivement destinée au passage des trains circulant sur le chemin de fer.

Cette rue de fer comprend quatre voies, dont deux sont destinées à la circulation des convois, et les deux autres à la remise des marchandises à domicile sur toute la longueur de la rue.

Les deux voies du milieu sont établies à ciel ouvert, tandis que les deux autres passent sous une galerie recouverte par une terrasse. Cette terrasse forme un large trottoir vis-à-vis des maisons de la rue de fer. Elle est établie de manière à se raccorder avec les rues sous lesquelles passe la voie ferrée, et sa largeur est suffisante pour permettre le passage des voitures.

De cette façon, la circulation des convois est rendue tout à fait indépendante de la circulation des voitures et des piétons.

La rue de fer aura 19 mètres de largeur, 8^m,50 à ciel ouvert et 5^m,25 de chaque côté pour la partie ouverte. La partie de la terrasse destinée au passage des voitures aura 3 mètres de largeur; il restera ainsi 2^m,25 pour établir un trottoir devant les maisons. La circulation des voitures aura lieu dans une direction différente sur chaque terrasse. L'impossibilité pour les voitures de circuler dans les deux sens présentera peu

d'inconvénient à cause du peu de distance qui sépare les rues croisées par la rue de fer. Il suffira toujours, lorsque l'on voudra changer la direction, d'aller tourner à quelques pas à l'angle de la première rue, et rien ne serait plus facile, du reste, si la distance était trop forte, que d'établir un pont reliant les deux terrasses.

Une rue dans des conditions pareilles présentera de sérieux avantages. Elle formera sur toute sa longueur un vaste entrepôt où les marchandises s'arrêteront directement en évitant les chargements et déchargements nécessaires aujourd'hui pour conduire ou chercher les marchandises à la station.

Le chargement et le déchargement des marchandises pourront avoir lieu sur toute la longueur de la traversée de Bruxelles, devant la maison de l'expéditeur ou du destinataire, au moyen de voies d'évitement ou de plates-formes établies aux deux côtés des voies principales. Les marchandises ponrront être chargées ou déchargées à proximité des magasins ou usines des habitants des divers quartiers de la ville, sous des hangars publics, placés de distance en distance.

.... Le tracé que nous indiquons part d'un point pris sur la ligne du Midi à 500 mètres du boulevard, et se dirige à droite, de manière à passer sous le boulevard, à peu près en face de la rue du Fleuriste.

La ligne passe ensuite successivement sous les rues du Fleuriste, des Rats, du Renard, des Capucins, de Saint-Ghislain, de la Navette, et des Brigittines; elle traverse, par conséquent, le quartier de la rue Haute, dans toute sa longueur, et dans la partie où les terrains ont le moins de valeur actuellement et où les constructions existantes présentent également le moins d'importance.

De la rue des Brigittines, la ligne continue en passant sous les rues des Ursulines, d'Accolay, des Alexiens, du Marché-au-Fromage, du Marché-aux-Herbes, de la Montagne, des Bouchers, d'Aremberg, d'Assaut et de Sainte-Élisabeth; elle traverse la caserne, puis passe sous les rues des Sables, du Marais (Meyboom) et sous le boulevard Botanique.

De là elle rejoint le chemin de fer du Nord à la station même, après avoir passé sous les rues des Plantes et de Saint-Lazare, et traversé à niveau la rue du Chemin-de-Fer et la rue de Brabant, et partout avec des pentes et des rampes très-faibles et dont la plus forte n'a que $0^{m},005$ par mètre sur une longueur de 339 mètres.

De la construction d'une rue de fer reliant les deux stations, et traversant la ville dans toute sa longueur, résultera nécessairement, comme une conséquence forcée, l'établissement d'une station centrale.

.... On a répondu ailleurs aux objections qui avaient été faites contre le passage des locomotives à travers la ville; les craintes que l'on éprouve à cause du bruit et de la fumée sont en réalité bien futiles; mais cette apparence même d'inconvénient pourrait disparaître en employant pour la traversée de la ville une machine fixe et en laissant les locomotives dans les stations du Nord et du Midi

Nous n'avons pas besoin de prolonger ces citations. Chaque lecteur a pu se rendre compte du caractère vraiment pratique de ce projet, dont on se préoccupe sérieusement à Bruxelles, et que nous aimerions à voir s'étendre à Paris, grâce à la contagion de l'exemple. Il nous semble possible, en effet, d'appliquer à Paris le plan proposé par M. Carton de Wiart pour la ville de Bruxelles, et la question mérite assurément d'être étudiée à ce point de vue.

Du reste, en examinant sérieusement les deux projets dont nous venons de rendre compte, il nous semble qu'ils pourraient peut-être s'unir et se compléter l'un l'autre. L'avant-projet d'une rue de fer à Bruxelles, conçu par M. Carton de Wiart, s'appliquerait encore mieux à Paris que dans la capitale de la Belgique. D'un autre côté, il y a dans le plan proposé par M. Le Hir des solutions très-remarquables de différentes difficultés pour l'établissement des chemins de fer urbains. La combinaison de ces deux projets pourrait donc offrir de grands avantages. Ce n'est pas la première fois d'ailleurs que la fusion de deux systèmes dans la construction de chemins de fer aurait produit d'heureux résultats. En prenant à chacun des plans que nous avons fait connaître ce qu'il a de réalisable, en les modifiant l'un l'autre par d'habiles combinaisons, on pourrait peut-être doter Paris de tout un magnifique réseau de voie ferrée, sans condamner ses habitants à la sensation

pénible que cause toujours la circulation dans des tunnels. Le système de l'ingénieur belge représente, en effet, une sorte de terme moyen entre le tunnel et le viaduc.

Inter utrumque tene : medio tutissimus ibis.

En terminant le sujet important qui vient de nous occuper, nous demanderons la permission d'exposer ici, en peu de mots, une pensée qui s'est présentée à une personne de nos amis, qui s'occupe de sciences. Cette solution du problème des chemins de fer dans l'intérieur des villes nous semble mériter d'être connue, en raison de son extrême simplicité et de son caractère pratique.

Ce projet consisterait à placer, sur le bord de l'une des rives de la Seine, la voie du chemin de fer destiné à traverser Paris. En suivant, dans une grande partie de son parcours, la direction et même la berge de la Seine, la voie ferrée relierait, à travers Paris, les deux points du chemin de fer de ceinture qui va bientôt enserrer la capitale.

Voici maintenant pour ce qui concerne les détails d'exécution de ce projet.

Supposons le chemin de ceinture complétement terminé. Il n'y a aucune difficulté sérieuse à conduire le chemin projeté le long de la rive droite de la Seine, du chemin de ceinture au bassin du canal Saint-Martin, en passant sous les ponts de Bercy et d'Austerlitz. Arrivé en ce point, on établirait un pont-viaduc pour passer au-dessus de l'écluse; de là, une tranchée pratiquée à travers l'ancienne île Louviers viendrait aboutir au bas du quai des Célestins.

A partir de ce point, le chemin suivrait le bord de l'eau, au-dessous du quai, et passerait sous tous les ponts, dont il suffirait d'élargir et d'exhausser un peu l'arche, qui les

met en communication avec le quai. Arrivé à la barrière de Passy, il serait dirigé vers Auteuil, où il rejoindrait le chemin de fer de ceinture.

Pour desservir les Halles centrales, un souterrain les ferait communiquer avec le chemin de fer, au niveau de la rue Bertin-Poirée, sous cette rue et sous celle des Déchargeurs et de la Ferronnerie. Dans ce souterrain serait établie une voie ferrée qui arriverait à angle droit sur la ligne principale. Des plaques tournantes permettraient de faire passer facilement de l'une à l'autre les wagons chargés des denrées destinées à l'approvisionnement de Paris.

Ainsi, le matin, le chemin de ceinture amènerait aux deux extrémités de ce chemin de fer intérieur les denrées de l'approvisionnement de Paris. Des convois, partis de ces extrémités, convergeraient et arriveraient au viaduc souterrain du quai de la Mégisserie, et, soit qu'on les transbordât, à l'aide de machines appropriées, sur des wagons exclusivement affectés au viaduc, soit qu'on fît passer les wagons directement de l'une des voies sur l'autre, les denrées arriveraient sans embarras ni encombrement au centre du marché des Halles.

Dans la journée, ce chemin de fer servirait à conduire des voyageurs. Il correspondrait, au niveau de plusieurs points, avec les lignes d'omnibus qui passent dans le voisinage.

Il conviendrait, d'ailleurs, d'avoir deux voies sur le quai de la Mégisserie, afin de permettre aux convois des deux extrémités de se croiser sur ce point sans pouvoir se rencontrer.

Peut-être, pour le service habituel, vaudrait-il mieux ne faire parcourir à chaque convoi que la moitié du chemin total, c'est-à-dire du chemin de ceinture au viaduc souterrain, de façon à les faire se correspondre : les deux convois arriveraient ensemble et repartiraient simultanément, après avoir échangé leurs voyageurs. On n'aurait

besoin, de cette manière, que d'une seule voie, et il n'y aurait pas à craindre les rencontres entre les trains.

Les grandes eaux et les débordements de la Seine qui pourraient couvrir la berge et la voie sont, comme on le sait très-rares et peu durables; l'interruption du service résultant d'une inondation ne serait pas de plus de quelques jours dans une année; cette circonstance ne serait donc pas de nature à constituer un obstacle sérieux à l'établissement de la voie ferrée le long des rives de la Seine.

Mis en mouvement par des machines fixes, comme tous les convois qui sont destinés à traverser les villes, les trains suivant le bord de la Seine ne répandraient sur leur passage ni fumée ni odeur, et ne feraient pas plus de bruit que les voitures qui circulent sur le pavé.

Telle est l'idée ingénieuse et simple que nous nous faisons un plaisir de communiquer ici. Les vues sur lesquelles elle est conçue paraîtront sérieuses si nous ajoutons que, dans les descriptions qui accompagnent son brevet d'invention pris en 1854, M. Tellę a signalé la possibilité d'adopter une disposition semblable pour le chemin de fer intérieur de la ville de Paris.

2

Projet d'un tunnel sous-marin entre Douvres et Calais.

Différents projets récemment publiés pour la construction d'un chemin de fer sous-marin entre Douvres et Calais ont excité l'attention publique. Plus d'un plan a été conçu dans cette intention. Nous ne nous portons garant d'aucun de ces projets; mais en voici un que l'on peut décrire sans être trop taxé de caresser des chimères.

M. W. Austin, attaché, depuis plusieurs années, aux travaux de MM. Péto, Betts et Brassey, a étudié, de-

puis 1853, un projet de voie sous-marine de Douvres à Calais, qui paraît réalisable. Le plan proposé par cet ingénieur consiste dans la construction d'un chemin de fer sous-marin, s'étendant d'une rive à l'autre de l'Océan, sur une étendue de 22 milles (35 kil.), et relié, de chaque côté, aux différentes lignes de railways anglais et français.

M. Austin propose l'établissement d'une triple voie, formée de trois galeries voûtées ayant une section ovale, construites avec des matériaux de choix, d'une solidité à toute épreuve, et insensibles à l'action de l'humidité. Les filtrations étant inévitables, trois aqueducs de capacité convenable seraient chargés de recueillir les eaux et de les conduire vers l'une et l'autre côte, où de puissantes pompes d'épuisement les enlèveraient pour les rejeter à la mer. Le tunnel aurait son point milieu plus élevé que ses deux extrémités, en sorte qu'il serait formé de deux pentes partant du sommet commun, pour aller aboutir, de part et d'autre, dans les flancs de chaque littoral. Des calculs et des sondages ont permis d'établir qu'il y aurait, entre le sommet du tunnel et le lit de l'Océan, une épaisseur de 60 pieds ($18^m,287$), et que son point le plus bas n'aboutirait pas à plus de 140 pieds ($42^m,670$) au-dessous du niveau des eaux du tunnel.

Chacune des trois voûtes recevrait une double ligne de rails pour le service des trains express, des trains ordinaires et des trains de marchandises. Un espace suffisant serait réservé aux chemins de service, et les fils conducteurs du télégraphe sous-marin actuel seraient établis au milieu.

Grâce à l'étendue que présentera ce tunnel, la ventilation se fera naturellement; cependant, si cela était nécessaire, il serait facile de construire des puits d'aérage, qui pourraient en même temps servir de phares et d'observatoires pour signaler les navires et même offrir un refuge en cas de naufrage.

Cette voie sous-marine coûterait, d'après les devis, une somme de 150 millions de francs et pourrait être terminée en sept années.

M. Austin demande à entreprendre tous ces travaux en compagnie de M. William Hutchison, industriel connu pour les procédés à l'aide desquels on peut donner une dureté à toute épreuve aux matériaux les plus tendres. Comme l'étude géologique du terrain permet de croire qu'on n'aura à traverser que le calcaire, M. Austin propose de murailler les trois voûtes de son tunnel avec de larges moellons occupant l'espace de 40 à 50 briques, et disposés d'une manière particulière. Ces moellons seront formés avec les matériaux mêmes provenant des déblais.

A chaque extrémité du tunnel seront établis des ateliers où ces matériaux seront soumis à l'opération qui doit les durcir. On les transportera ensuite sur le lieu de mise en œuvre, où ils ne tarderont pas à acquérir une dureté capable de résister au ciseau. Ce mode de procéder permettra d'imprimer aux travaux une grande rapidité.

Tel est le plan dont nous nous faisons ici le narrateur, et non le juge.

5

Le chemin de fer de l'isthme de Panama.

L'isthme de Panama sera-t-il jamais coupé par un canal maritime? C'est une question que nous ne nous hasarderons pas à trancher. Mais, en attendant ce résultat, heureux autant que difficile, signalons la création, qui vient d'être terminée, d'un chemin de fer traversant cette partie de l'Amérique.

Le correspondant d'un journal du nouveau monde a donné une description peu rassurante de ce nouveau railway. Les Américains l'ont construit, avec leur au-

dace accoutumée, marchant, la boussole à la main, d'un océan à l'autre, comblant des marécages, détournant des rivières, traversant des torrents, contournant des montagnes, montant, descendant, serpentant, mais allant toujours droit devant eux, jusqu'à ce qu'un jour les sifflements de la locomotive aient retenti dans des parages où l'on n'avait jamais entendu que les chants des oiseaux et les hurlements des animaux sauvages. C'est ce qui vient de se passer à la jonction des deux parties du continent américain; et maintenant des milliers de voyageurs font, en quatre heures, un trajet qui demandait naguère plusieurs jours, avec des dépenses énormes et des fatigues inouïes.

Mais quel chemin de fer! s'écrie le correspondant du journal américain. Ce qui étonne, ce n'est pas que les voyageurs le parcourent, car les voyageurs, une fois embarqués, sont bien obligés de s'abandonner à la grâce de Dieu; mais ce qui a droit de surprendre, c'est que l'on puisse trouver des ingénieurs, des conducteurs, des employés qui, pour un salaire quelconque, consentent à s'exposer tous les jours à de pareils dangers. On frémit lorsqu'on voit les rails sur lesquels on glisse, supportés à des hauteurs prodigieuses par des échafaudages à peine étayés et reposant sur un sol mobile, que les pluies torrentielles creusent et menacent d'entraîner.

J'ai vu, dit l'auteur de ce récit, dans certains points où l'on était suspendu dans l'abîme, sans protection, sans garde-fous, le niveau des rails détruit par l'affaissement d'un des côtés du talus et des échafaudages, et les wagons rouler sur des plans en pente, où le moindre caillou, déposé sur la voie, aurait suffi pour faire perdre un équilibre déjà fortement compromis, et faire tout disparaître dans d'affreux précipices. Je m'étais placé sur la plate-forme, en arrière du dernier wagon, prêt à sauter dans le vide et à y rouler pour mon propre compte, si le wagon avait fait la culbute. Heureusement, les conducteurs de trains sont forts prudents, ce qui est beau pour des Améri-

cains. Ils vont très-doucement, font à peine 10 à 12 milles à l'heure, serrent les freins à chaque instant et prennent toutes les précautions possibles; ce qui n'a pas empêché, il y a une quinzaine de jours, un de ces ponts du diable de s'enfoncer sous le poids d'une locomotive que nous avons vue gisant dans l'abîme. La circulation sur le chemin a été rétablie tant bien que mal, et tout a repris son cours comme auparavant,

Il est juste pourtant d'ajouter que, pour ce chemin de fer, comme pour tous ceux d'ailleurs qui sillonnent l'Amérique, la compagnie a toujours sous la main une armée de nègres et d'Indiens, qui travaillent sur toute la ligne, pour consolider les échafaudages, élever des remblais, et qui finiront, avec le temps, par améliorer beaucoup cette voie, et la rendre à peu près exempte de dangers. Il ne faut pas oublier d'ailleurs que le trajet de l'isthme de Panama, quoique fort dangereux aujourd'hui sur le nouveau railway, l'est encore beaucoup moins qu'il ne l'était autrefois, quand on le faisait à dos de mulet, sous la conduite de nègres qui volaient ou même tuaient les voyageurs, et où les fatigues, les nuits passées à la belle étoile, l'exposition à des émanations marécageuses, occasionnaient souvent des fièvres dangereuses et opiniâtres.

Mais, quelque grand que soit le danger du trajet, le voyageur est à chaque instant distrait de ses inquiétudes par la merveilleuse beauté du tableau qui vient éblouir ses yeux. Le journaliste américain fait une description enthousiaste du spectacle enchanté que l'on admire en franchissant le railway de Panama, à travers la solitude des forêts. Il nous montre cet incroyable amas de plantes les plus belles, où l'on compte, par millions, les palmiers, les cactus, les bananiers sauvages et les plantes tropicales. Au milieu de cette luxuriante végétation, les arbres les plus grands, les plus touffus, chargés des plus brillantes fleurs et des fruits les plus étranges, se rapprochent, s'enlacent, se confondent et se réunissent parfois les uns aux autres

au moyen de lianes d'une longueur démesurée, qui ressemblent à des millions de cordages partant de millions de mâts fantastiques. Ici, sur le bord du chemin, se trouvent d'innombrables pieds de sensitives, qui, par le mouvement imprimé au sol, ferment leurs feuilles et se recoquillent sur elles-mêmes. Là, ce sont des liserons aux corolles rouges, bleues, azurées, ou bien des légumineuses grimpantes, aux fleurs en grappes, qui revêtent toutes les couleurs du prisme solaire, recouvrent des herbes gigantesques, enveloppent des arbustes hauts comme des maisons, et forment des berceaux onduleux ou des surfaces végétales, sous lesquelles on n'aperçoit pas la plus petite trace du sol. Ce spectacle dure quatre heures, pendant lesquelles à l'admiration la plus complète succèdent souvent les craintes les plus fondées et les plus émouvantes. C'est peut-être trop d'émotions à la fois.

4

Statistique des chemins de fer de l'Angleterre.

M. Stephenson a fait paraître en 1856 un rapport administratif qui renferme plusieurs documents statistiques intéressants en ce qui concerne l'état actuel des chemins de fer de l'Angleterre. Nous extrairons de son travail les résultats les plus saillants au point de vue de ces évaluations statistiques qu'affectionnent tant nos voisins.

Le royaume uni de la Grande-Bretagne et de l'Irlande possède aujourd'hui, selon M. Stephenson, 8054 milles (3342 lieues) de chemins de fer. C'est plus que la longueur réunie des cinq fleuves principaux de l'Europe, posés l'un au bout de l'autre; les rails employés sur ces diverses lignes feraient aisément le tour du globe.

La construction des chemins de fer anglais a coûté

286 millions sterling (7 milliards 150 millions de francs), somme équivalente au tiers de la dette nationale de la Grande-Bretagne. Dans ces deux dernières années, on a dépensé pour la guerre plus du quart de ces 286 millions sterling; mais combien les avantages matériels de la guerre, même la plus heureuse, sont peu de chose, si on les compare à ceux qui résultent des chemins de fer!

La construction des chemins de fer anglais a nécessité des travaux remarquables. C'est ainsi que, dans les environs de Londres seulement, on compte 11 milles (près de 18 kilomètres) de viaducs, et 350 millions de yards cubes de remblais, accumulation de terre qui pourrait constituer une montagne auprès de laquelle disparaîtrait la masse énorme de l'église Saint-Paul. Cette montagne, réduite en pyramide, aurait, en effet, 1 mille et demi (2415 mètres) de hauteur, et une base plus étendue que le parc Saint-James.

Le parcours annuel des trains, sur le réseau anglais, a été de 80 millions de milles (près de 120 millions de kilomètres). Le matériel d'exploitation se composait de 5000 machines de 150 000 véhicules de toute sorte. Alignées à la suite l'une de l'autre, les locomotives iraient de Londres à Chatham (environ 50 kilomètres), et les véhicules de Londres à Aberdeen (environ 844 kilomètres).

Les Compagnies emploient un personnel de 90 400 agents de tout grade.

Les machines brûlent, dans une année, 2 millions de tonnes de charbon. On peut donc calculer que, par chaque minute, 4 tonnes de charbon brûlent pour réduire en vapeur 20 tonnes d'eau, c'est-à-dire une quantité suffisante pour tous les besoins d'une ville comme Liverpool.

Quant à la consommation de charbon, elle est sensiblement égale à la quantité exportée en un an par toute l'Angleterre, et seulement à la moitié de la consommation annuelle de Londres.

En 1854, les chemins de fer anglais ont transporté 111 millions de voyageurs à la distance moyenne de 12 milles (19 320 mètres). Pour un pareil mouvement, il eût fallu autrefois, à raison de 300 000 voyageurs par jour, 10 000 diligences et 120 000 chevaux.

Les *recettes* des railways pour 1854 ont été de 20 215 000 livres sterling (505 375 000 fr.), et l'on peut remarquer qu'il n'est pas une seule compagnie dont les produits n'aient été en croissant, en dépit de la concurrence et de l'établissement des sections nouvelles.

L'usure résultant de l'exploitation des chemins de fer est considérable : 20 000 tonnes de fer et 26 millions de traverses doivent être remplacées annuellement. Pour faire face à ce renouvellement de traverses, il ne faut pas moins de 300 000 pieds d'arbres, soit 5000 acres de bois (2000 hectares environ).

Le télégraphe électrique, cette annexe indispensable des chemins de fer, n'était, il y a sept ans, que la cinquantième partie de ce qu'il est aujourd'hui. L'Angleterre en possède maintenant 7200 milles (11 592 kilom.), soit 36 000 milles de fil. Cette grande voie aérienne et silencieuse emploie continuellement plus de 3000 agents, et transporte chaque année plus d'un million de dépêches publiques.

Le relevé des accidents qui se sont produits sur les chemins de fer, durant le premier semestre de l'année 1854, donne une moyenne de 1 accident pour 7 185 343 voyageurs. Ce dernier chiffre est d'une grande éloquence en faveur de la sécurité des voyages sur les chemins de fer anglais.

Quelle vaste entreprise pourtant que ces chemins de fer qui, en Angleterre, emploient directement 90 000 individus et 40 000 d'une manière moins immédiate ; en tout, 130 000 hommes ! Si, à ces 130 000 hommes, on ajoute leurs familles, on trouve un total de *cinq cent mille âmes*,

c'est-à-dire la cinquantième partie de la population de la Grande-Bretagne.

Les recettes annuelles des chemins anglais dépassent aujourd'hui 20 millions sterling (500 millions de francs), somme presque égale à la moitié des revenus de l'État. Si les chemins de fer venaient à suspendre leur service, les transports qu'ils réalisent coûteraient au moins 60 millions sterling; on peut donc estimer à 40 millions sterling (un milliard) l'économie qu'ils procurent annuellement au pays. Ce n'est pas là, d'ailleurs, la seule économie pour le public. Le temps vaut de l'argent (*time is money*), suivant le vieil adage anglais ; or, sur chaque voyage à 12 milles de distance, les railways font gagner une heure à 111 millions de voyageurs par année, soit 38 000 ans de la vie d'un homme travaillant huit heures par jour, économie de temps qui, en calculant à 3 fr. 75 c. la journée de cet ouvrier, représente l'économie d'une somme de 2 millions sterling (50 millions de francs).

5

Le frein Guérin.

Les résultats obtenus jusqu'à ce jour pour neutraliser, par l'action des freins, les effets désastreux des rencontres sur les chemins de fer, ont bien prouvé que les moyens employés pour prévenir ces accidents sont insuffisants, et que souvent, malgré tous leurs efforts, les mécaniciens ne peuvent que ralentir la marche du convoi au lieu de l'arrêter complétement avant le choc. C'est que la disposition des freins adoptés sur nos chemins de fer nécessite huit où dix tours de manivelle, et souvent davantage, pour rapprocher les sabots des roues. Il en résulte qu'avant le moment où les freins et la manœuvre d'arrêt de la ma-

chine ont réuni leurs effets, pour s'opposer à la vitesse du train, celui-ci a déjà parcouru environ 50 mètres, intervalle qui suffirait dans beaucoup de cas pour l'arrêter, si tous ces effets étaient le produit d'une seule volonté, celle du mécanicien.

Tel est le résultat que s'est proposé et qu'a atteint M. Édouard Guérin, auteur d'un nouveau et excellent système de frein, dans lequel la vitesse et le poids du convoi sont très-ingénieusement appliqués à produire l'arrêt. Voici comment M. Guérin est parvenu à mettre cette pensée en pratique.

La puissance employée pour faire agir le *frein automoteur* est celle qui provient de la locomotive et du tender, enrayés par le mécanicien, et qui se trouve ainsi en opposition avec la force qui résulte de la masse du convoi emporté par sa vitesse acquise. Cette contrariété d'action amène nécessairement la pression des wagons les uns contre les autres; cette pression se communique par les tampons placés à l'extrémité de chaque wagon; la rentrée de ces tampons fait fléchir des *ressorts de choc*, lesquels prennent le point d'appui au centre, sur les tiges servant à la traction. Or, c'est à l'une de ces tiges de traction que se trouve reliée la bielle qui fait fonctionner le frein. Il résulte de cette disposition que, lorsqu'il y a pression sur les tampons, cette pression se communique aux freins par l'intermédiaire du ressort de choc, et que c'est par conséquent la force elle-même du convoi qui est utilisée pour produire l'arrêt.

Le mécanisme pour arrêter la marche d'un convoi lancé à grande vitesse se réduit donc aux manœuvres suivantes : aussitôt que le mécanicien et le chauffeur, l'un en fermant le régulateur en renversant la marche de sa machine, l'autre en serrant le frein du tender, ont simultanément présenté un obstacle à la vitesse du train, les tampons des wagons, porteurs de l'appareil en rentrant sous la pres-

sion des wagons suivants, font agir les freins avec toute l'énergie nécessaire pour enrayer les roues presque instantanément.

Ce nouveau système paraît de nature à inspirer toute sécurité, puisqu'il permet au mécanicien de se rendre maître de la vitesse de son convoi, sans avoir recours aux employés nommés *garde-freins*, dont le service n'est pas toujours fait avec la promptitude et l'énergie désirables dans les cas ordinaires, et avec sang-froid dans le cas d'accident. Il s'applique, d'ailleurs, à peu de frais et sans rien y changer, au matériel actuel. Enfin, selon M. Éd. Guérin, il coûterait moins que l'établissement des guérites, renvois de mouvements, marchepieds et accessoires divers, dont on fait usage aujourd'hui, et qu'il est destiné à remplacer.

Le *frein automoteur* a été adopté par la compagnie du chemin de fer d'Orléans, et il fonctionne aujourd'hui sur cette ligne, ce qui est pour nous la meilleure démonstration de son utilité.

6

Le tachomètre Deniel.

Les compagnies des chemins de fer ont toujours attaché une certaine importance à obtenir, des mécaniciens conduisant les trains, la plus grande régularité de marche possible. A cet effet, plusieurs compagnies ont stimulé le zèle et l'intelligence de leurs agents par des mesures de répression ou d'encouragement. Mais c'est toujours une tâche difficile que de constater les infractions commises par un mécanicien à l'ordre de service qui règle la marche de son train; et lorsque, d'ailleurs, cette constatation acquiert un degré suffisant d'exactitude, l'agent n'est pas en peine de se justifier par une prétendue nécessité, résultant d'une perte de temps dans le service des gares.

La sécurité des voyageurs trouverait une garantie dans la facilité de pouvoir constater la vitesse d'un convoi pendant le parcours. En effet, le danger, qui, dans un convoi en mouvement, naît d'une circonstance imprévue, augmente avec la vitesse. A ce point de vue, ni le public ni l'administration chargée de surveiller l'exploitation des chemins de fer ne sauraient rester indifférents aux essais ayant pour objet d'obtenir un moyen très-exact pour contrôler et apprécier la vitesse que le mécanicien a imprimée à un convoi pendant son voyage.

D'un autre côté, les compagnies peuvent avoir de puissants motifs pour exercer un contrôle de cette nature, surtout lorsqu'elles donnent leur service de traction à l'entreprise. Dans ce cas, l'intérêt de l'entrepreneur, différent de celui de la compagnie exploitante, est non pas d'exagérer la vitesse, mais de la réduire même au-dessous du degré réglementaire, au détriment de l'exactitude du service. On voit donc que le problème de la construction d'un *tachomètre* à l'usage des chemins de fer était assez intéressant pour appeler une bonne solution pratique.

Plusieurs tentatives ont déjà été faites pour atteindre ce but, mais aucun des appareils n'a donné les résultats auxquels est parvenu M. Deniel, directeur de l'exploitation du chemin de fer de Montereau à Troyes.

Ne pouvant donner ici une description détaillée de l'appareil de M. Deniel, nous nous bornerons à dire qu'au moyen de dispositions mécaniques assez simples, un crayon, recevant son mouvement du convoi, marque sur un carton, convenablement divisé, les vitesses que reçoit le train pendant tout le cours de son trajet. Cet instrument ne se borne pas à conserver les indices permanents de la marche, ce qui n'apprendrait rien au conducteur du train avant son arrivée à destination, il exprime encore sur un cadran placé sous les yeux du mécanicien et au moyen d'une aiguille, l'indication exacte de la rapidité du mou-

vement. Le conducteur ne peut donc ainsi excuser ses infractions par la mauvaise marche d'une montre ou une fausse appréciation des distances.

Sans entrer dans des détails qui nous entraîneraient trop loin sur les divers services que peut rendre le *tachomètre* de M. Deniel, nous dirons que cet appareil fournit sur la marche des trains des indications aussi complètes qu'on peut le désirer, et que la sécurité des voyageurs gagnerait beaucoup à son adoption générale. Le *tachomètre* donne aux chefs de service une connaissance parfaite de la manière dont le mécanicien a conduit son train. Les ralentissements comme les accélérations de vitesse, leur durée, leur origine, sont enregistrés fidèlement; toute fraude devient impossible. Si, par nécessité de service, les mécaniciens sont obligés d'accélérer la vitesse dans les limites déterminées habituellement par les règlements de l'exploitation, ils peuvent le faire avec la certitude de ne pas dépasser cette limite, puisqu'ils ont sous les yeux un contrôle à leur usage, et il en est justifié à l'arrivée par l'inspection du carton où se trouve représentée la marche du train.

Au moyen de ces cartons, ou *diagrammes*, sur lesquels le crayon a représenté la marche du convoi, les chefs de service n'auront plus besoin de recevoir de leurs subordonnés ces rapports habituellement contradictoires, qui laissent dans le vague la responsabilité des inexactitudes ou des négligences commises dans le service. Ces diagrammes seront encore utiles aux compagnies, dans les cas où leur responsabilité est engagée faute de pouvoir la faire peser directement sur l'agent dont l'imprudence ou la négligence a compromis la vie des voyageurs. Enfin, et ce détail n'est pas sans intérêt, la seule inspection de ces cartons, où se trouve retracée graphiquement la marche de chaque train, apprendra la manière dont le service s'est fait dans une gare puisque chaque mouvement de la ma-

chine est accusé sur le carton. Le train n'aura pu reculer après avoir dépassé la station, ou n'aura pas pris ou laissé de matériel, sans que l'appareil indique le temps et les moyens employés dans ces manœuvres.

Le *tachomètre* de M. Deniel est adopté depuis quatre ans sur le chemin de fer de Montereau à Troyes.

IV

LES PETITES PLANÈTES TÉLESCOPIQUES.

Les journaux ou les recueils scientifiques entretiennent très-fréquemment leurs lecteurs de la découverte de nouvelles planètes. Le nombre toujours croissant de ces découvertes exige quelques explications. On va voir que l'apparition de ces nouveaux corps célestes est loin de présenter l'importance que l'on serait tenté de lui accorder, et que ces astéroïdes ne jouent qu'un bien faible rôle dans l'ensemble de l'univers.

Le lieu du ciel où l'on découvre ces planètes télescopiques, est l'intervalle entre les orbites de Mars et de Jupiter à l'endroit où Képler signala le premier cet *hiatus* qui devait être plus tard si complétement comblé par les recherches des astronomes modernes.

En effet, en 1847, on a découvert trois planètes télescopiques entre Mars et Jupiter; en 1848, une; en 1849, une; en 1850, trois; en 1851, deux; en 1852, huit; en 1853, quatre; en 1854, six; et en 1855, quatre. Parmi les 34 planètes qu'on a trouvées depuis 1845, 33 se trouvent entre Mars et Jupiter.

Le 31 mars 1856, M. Goldschmidt a découvert, à l'Observatoire de Paris, le quarantième de ces astéroïdes; son apparence est celle d'une étoile de 9ᵉ à 10ᵉ grandeur. Au moment de sa découverte, cette petite planète se trouvait dans le voisinage de *Thétis*, dont il eût été nécessaire de bien la distinguer.

Ce nouvel astéroïde était le troisième découvert à Paris

depuis le commencement de l'année. Les deux premiers, dus à M. de Chacornac, ont été observés, l'un le 12 janvier, c'est celui qui a reçu le nom de *Léda;* l'autre le 7 février, c'est celui qu'on a décoré du nom de *Lætitia*. D'après M. Pape, astronome d'Altona, le mouvement diurne moyen de *Léda* serait de 782″,28, et sa révolution autour du soleil de 1657 jours. Quant à la révolution de *Lætitia* autour du soleil, on l'évalue à 1661 jours, c'est-à-dire que, placée un peu plus loin du soleil que *Léda*, elle aurait une révolution de 4 jours plus longue.

L'astéroïde découvert le 31 mars 1856, par M. Goldschmidt, a reçu le nom d'*Harmonia*, en commémoration de la date de sa découverte, qui est celle de la conclusion du traité de Paris. La vingt-huitième petite planète, découverte par M. Luther à Dusseldorf, le 1er mars 1854, avait été nommée *Bellone*, à cause de la guerre d'Orient qui éclata à cette époque.

Une nouvelle petite planète télescopique a été découverte le 22 mai 1856 par M. Goldschmidt. Elle a reçu le nom de *Daphné*.

Enfin, nous devons ajouter que, le lendemain, 23 mai, une autre planète qui a reçu le nom d'*Isis*, a été découverte à Oxford (Angleterre) par M. Pogson, ce qui porte à 42 le nombre des astéroïdes observés jusqu'ici entre Mars et Jupiter.

Là ne se bornera point, sans aucun doute, le nombre des planètes que l'on découvrira dans l'intervalle de Mars et de Vénus. M. Goldschmidt, l'heureux observateur, qui a eu une si bonne inspiration en jetant la palette du peintre pour prendre la lunette de l'astronome, ne s'arrêtera pas dans cette succession de découvertes faites dans le champ du ciel. M. Le Verrier a prétendu, en effet, qu'avant 1860, on aura trouvé, entre Mars et Vénus, une centaine de ces petits astres.

Le nombre toujours croissant des planètes télescopiques



a permis de faire quelques recherches sur leur théorie et sur leur origine.

D'où proviennent les petites planètes comprises dans l'intervalle de Mars et Vénus? Olbers, astronome de Brême, qui en a découvert deux (*Pallas* et *Vesta*) au commencement de notre siècle, pensait qu'elles étaient les fragments d'une grosse planète qui aurait, à une époque très-reculée, comblé l'*hiatus* entre Mars et Jupiter, et qui aurait été détruite, soit par une force volcanique violente, soit par la rencontre, à travers l'espace, d'un grand corps céleste qui l'aurait réduite en éclats. Acceptée par la plupart des astronomes, défendue par des savants d'un ordre élevé, tels que Arago, M. de Humboldt, et sir John Herschell, cette théorie n'est pas admise par M. Le Verrier. Pour expliquer l'existence de ces petites planètes, il n'est pas nécessaire, selon M. Le Verrier, d'admettre une altération survenue dans le système primitif de l'univers; il y a lieu de penser, au contraire, qu'elles ont été formées comme les autres planètes, et conformément aux lois ordinaires.

L'opinion d'Olbers a conservé néanmoins des défenseurs :

Il est un fait, dit M. d'Arrest, astronome de Leipzig, qui semble surtout confirmer l'idée d'une liaison intime qui rattacherait entre elles toutes les petites planètes, c'est que rien ne figure leurs orbites sous la forme matérielle de cerceaux. Si la planète Isis, découverte en août 1847, par M. Hind, nous était encore inconnue, comme beaucoup d'autres corps célestes, qui sans doute restent encore à découvrir dans ces régions, le groupe se composerait de deux parties séparées, circonstance d'autant plus singulière, que la zone remplie par ces orbites est extrêmement vaste.

A propos de ces mêmes planètes télescopiques qui occupent nos astronomes, on a pu encore faire les rapprochements suivants :

La planète *Flore*, découverte à Londres le 18 octobre

par M. Hind, et dont la période de révolution autour du soleil est d'environ 1193 jours, est, de tout le système de ces astéroïdes, la plus rapprochée du soleil; sa distance de cet astre est d'environ 84 millions de lieues. La plus éloignée du soleil, au contraire, est la planète *Euphrosine*, découverte à Washington le 1er septembre 1854, par M. Ferguson, et dont on estime à 2048 jours la période de révolution sidérale. La distance moyenne d'*Euphrosine* au soleil, est d'environ 115 millions de lieues.

On peut conclure de ces chiffres que les orbites des quarante petites planètes découvertes jusqu'au mois de mars dernier, occupent, dans l'espace compris entre Mars et Jupiter, une étendue d'environ 31 millions de lieues, qui est la distance de la planète *Flore* à la planète *Euphrosine*. L'étendue dans laquelle circulent ces quarante astéroïdes, est donc d'environ 7 millions de lieues plus petite que celle qui sépare la terre du soleil, et qui ne renferme pourtant que deux planètes.

V

LA SCIENCE AU BOIS DE BOULOGNE

Le bois de Boulogne, que le génie de nos édiles est en train de transformer en un féerique jardin, est en même temps le théâtre d'expériences qui intéressent à un haut degré la science et ses plus utiles applications. Une expérience de pisciculture, entreprise sur une échelle grandiose, s'y accomplit, pendant qu'un nouveau système de forage des puits artésiens s'y poursuit sous les plus favorables auspices. Nous allons faire connaître les résultats de chacune de ces remarquables tentatives.

1

Empoissonnement artificiel des eaux de la rivière et du lac.

Il fut décidé, il y a environ trois ans, qu'un grand essai de pisciculture serait entrepris, au bois de Boulogne, dans les eaux que la Seine complaisante fournit à l'embellissement de cette promenade magnifique. L'espace était immense, les eaux pures, les bassins bien disposés et pouvant être isolés au besoin; les conditions extérieures étaient propices pour la surveillance, tout se réunissait donc pour rendre cette expérience décisive.

Environ 50 000 saumons ou truites, à l'état d'*alevin*, c'est-à-dire de très-jeunes poissons, et dont un certain nombre même portaient encore leur vésicule ombilicale, furent pris par M. Coste dans son laboratoire du Collége de France, où ils étaient nés par l'éclosion arti-

ficielle. On les jeta dans le lac et les diverses cours d'eau qui parcourent le bois, et on les abandonna à eux-mêmes, sans se préoccuper autrement de leur nourriture, espérant que la Providence,

Aux petits des oiseaux *qui* donne la pâture

la donnerait aussi aux petits des poissons.

La Providence y a pourvu au moyen du léger limon organique et des débris d'animaux, infusoires ou autres, contenus dans la vase du fond de la Seine, qui s'élève en partie avec l'eau aspirée par la pompe à feu. Ce modique régime a merveilleusement convenu aux jeunes pensionnaires du bois, qui ont rapidement prospéré et grandi au sein de ces eaux, à l'ombre de ces rives, artificielles comme eux.

C'est ce qu'a témoigné avec évidence le résultat de la pêche, vraiment miraculeuse, qui fut faite au mois de février 1856. Quelques coups d'épervier, jetés du bord du lac seulement, suffirent pour amener cent dix truites et saumons; ce qui prouve à quel point avait prospéré et s'était multipliée la population primitive des bassins.

Parmi ces poissons, les uns étaient âgés d'une année seulement, et avaient déjà de 14 à 16 centimètres de long; les autres, âgés de trois ans, n'avaient pas moins de 40 centimètres et un poids de deux livres.

En présentant quelques-uns de ces poissons à l'Académie des sciences, M. Coste fit remarquer que les truites ou saumons qui vivent en pleine liberté ne prennent jamais, en un même laps de temps, ni un plus grand accroissement, ni une plus grande vigueur. M. Coste en trouvait la preuve dans tous les fleuves et les lacs naturels où il a eu l'occasion d'observer leur développement. Il a pu en faire l'expérience dans la Seine même, où, l'année dernière, un certain nombre de jeunes poissons saumons et truites, avaient été jetés aux environs de l'Hôtel

Dieu. Comme ces animaux ont coutume de se cantonner jusqu'au moment de leur émigration, on put, au bout de quelque temps, reprendre deux saumoneaux au voisinage du lieu où ils avaient été mis. Or, ils n'étaient, à parité d'âge, ni plus vigoureux, ni plus grands que ceux du bois de Boulogne.

Au mois d'août dernier, un accident est venu, sans porter un trop grand préjudice à l'expérience de pisciculture qui se fait au bois de Boulogne, en révéler toute l'importance en montrant le développement qu'ont acquis les poissons qui s'y élèvent.

Pendant les fortes chaleurs d'août, la cascade du lac supérieur du bois de Boulogne ayant, pour des raisons de service, cessé de couler pendant plusieurs jours, l'eau du lac devint complétement stagnante, et sa température s'éleva subitement jusqu'à 28 degrés, comme dans une cuvette chauffée par le soleil. Par cette température excessive, mais surtout par l'absence de l'aération dans leur milieu, résultant du non-renouvellement de l'eau qui ne recevait plus le jet de la cascade, tous les poissons eurent beaucoup à souffrir : les truites furent particulièrement affectées. On en vit monter à la surface de l'eau un si grand nombre, et d'une si grande taille, que les hommes de service ne pouvaient croire que ce fussent là les poissons venus du Collége de France. On recueillit ainsi une centaine de truites qui n'avaient pas moins de 40 à 50 centimètres de long. Ce résultat suffit pour prouver à quel point a réussi l'expérience importante tentée par M. Coste dans les eaux du bois de Boulogne.

Nous devons ajouter que la chair de ces poissons, artificiellement éclos, est d'un goût excellent et d'une qualité parfaite.

Quelle étrange merveille pourtant que ce nouveau bois de Boulogne, et quelle démonstration frappante il nous fournit de la portée et de la puissance de l'art! Rien n'est

emprunté à la nature, tout est artificiel dans ce curieux et bienheureux coin de terre : les eaux, le lac et la rivière, les prairies et les points de vue, et jusqu'aux poissons qui peuplent et animent ces eaux tranquilles, tout a été enfanté par l'art. Voilez-vous la face, amants absolus de la nature! Mais si, par hasard, vous ouvrez un peu les yeux, quel beau spectacle vous attend!

Une conséquence très-sérieuse résulte de la grande expérience qui se poursuit, ou, pour mieux dire, qui vient de s'achever au bois de Boulogne. Cette expérience est tellement concluante, qu'elle peut être considérée comme la preuve, désormais acquise, de la possibilité de réaliser à coup sûr, dans des bassins d'eau presque dormante, l'élève et l'acclimatation, sur une grande échelle, des espèces les plus estimées des poissons comestibles. Sans doute, des expériences presque aussi remarquables par leurs résultats ont été exécutées depuis trois ans en divers pays de l'Europe, mais il n'est pas inutile qu'aux portes de Paris on puisse trouver une éclatante manifestation expérimentale d'une découverte qui a si vivement préoccupé le public. Les faits qui viennent d'être constatés au bois de Boulogne sont, sans aucun doute, la plus éloquente démonstration qui puisse exister de la certitude et de l'avenir de la pisciculture. Sortie du domaine de la discussion qui marque toujours les débuts d'une découverte grande et sérieuse, la pisciculture se montre enfin aujourd'hui ce qu'elle est réellement, c'est-à-dire une des plus belles conquêtes de la civilisation, une création qui honorera à jamais les sciences naturelles, et qui est appelée à rendre à l'alimentation de l'homme des services dont il est impossible de calculer en ce moment la portée.

2

Puits artésien de Passy.

Passons à la seconde expérience dont le bois de Boulogne est en ce moment le théâtre. Il s'agit, comme nous l'avons déjà indiqué, d'un nouveau système de forage : il s'agit de creuser un second puits de Grenelle. Seulement, cette seconde édition de l'œuvre de M. Mulot est destinée à éclipser singulièrement la première ; et ce grand trou boueux, qui a tant occupé les Parisiens et produit si peu de résultats utiles, va trouver bientôt son digne remplaçant.

En 1854, un ingénieur saxon, M. Kind, à qui l'on a décerné, en Allemagne, le surnom de *Napoléon des foreurs*, proposa à la ville de Paris d'entreprendre, à ses risques et périls, le percement d'un puits comparable, ou même supérieur, à celui de Grenelle, sur tel point de la capitale, ou de ses environs, qui lui serait assigné. M. Kind s'engageait à donner au nouveau puits un *diamètre d'un mètre*, et à prolonger le forage, s'il le fallait, jusqu'à 700 ou 720 mètres de profondeur, de manière à obtenir un rendement de 10 000 mètres cubes d'eau par jour, ce qui représente un volume d'eau très-considérable.

Les propositions de M. Kind furent acceptées. Après quelques hésitations sur le lieu où l'on exécuterait le forage, on décida de tenter cette grande entreprise au bois de Boulogne.

Le nouveau puits artésien est situé dans les anciennes carrières de Passy, à l'angle de la rue du Petit-Parc et de l'avenue de Saint-Cloud. Les travaux d'installation, consistant dans l'établissement de hangars et d'une machine à vapeur, et dans le creusement d'un faux puits

percé à bras d'homme, dans le roc, jusqu'à 11 mètres au-dessous du sol, ont été terminés le 29 août 1855. Le forage du puits proprement dit a été entrepris immédiatement après. Les deux premières semaines ont été à peu près uniquement employées à régler les appareils et la marche de la machine, et à dresser les ouvriers. Aussi, les travaux du percement du puits n'ont commencé, en réalité, d'une manière régulière, que le 15 septembre 1855.

Le puits artésien de Passy doit avoir, dans toute sa profondeur, au minimum, 0m,60 de diamètre intérieur, et doit être descendu de 25 mètres au moins dans la couche géologique aquifère dite *des grès verts*, qui est située à 550 mètres au-dessous du sol de la plaine de Passy. Il doit être garni d'un cuvelage en bois de chêne. Un tube ascensionnel, de 2 mètres de hauteur environ au-dessus du sol de l'orifice du puits, doit élever les eaux à 76 mètres au-dessus du niveau de la mer, hauteur nécessaire aux différents services du bois de Boulogne. Ces travaux, dont la dépense totale est évaluée à un chiffre maximum de 350 000 francs, devaient être terminés dans le courant d'une année.

Au 1er mai 1856, la profondeur du puits était déjà de 400 mètres, c'est-à-dire qu'elle n'avait que 150 mètres de moins que le puits de Grenelle dont la profondeur est, comme on le sait, de 550 mètres, et qui a exigé sept années de travaux. Malgré le grand diamètre donné au puits, M. Kind n'a aucun doute sur la réussite de son entreprise. Cet opérateur compte, en effet, déjà de nombreux succès. Il assure avoir creusé, il y a quelques années, dans le duché de Luxembourg, un puits de 60 centimètres de diamètre, de 730 pieds de profondeur, avec une marche parfaitement régulière et jamais interrompue. Il fait exécuter en ce moment même, au Creusot, un sondage qui a dépassé 700 mètres. Il affirme que, si la commande lui en était faite, il pousserait le percement du puits de Passy

usqu'à 1000 et 2000 mètres, avec pleine certitude de uccès.

Quel est donc le procédé de forage employé par l'ingénieur saxon, et qui permet d'obtenir de si merveilleux résultats? On va comprendre aisément en quoi la méthode dont il fait usage consiste, et ce qui la rend bien supérieure au procédé de creusement communément employé, et qui a servi en particulier pour le forage du puits de Grenelle.

Pour creuser le puits de Grenelle, on s'est servi, comme on le sait, d'une tige de fer rigide; vers la fin du travail, cette tige était, par conséquent, d'un poids énorme, et pour être dirigée elle nécessitait des efforts surhumains : elle pesait alors 70 000 kilogrammes. Elle était armée, à son extrémité, d'un foret, quand il s'agissait de la faire pénétrer dans le sol en la faisant tourner sur son axe, et d'une cuiller, pour ramener à la surface les fragments détachés et pulvérisés par le foret. Or, le poids effrayant de la tige de fer constituait un inconvénient immense qui limitait forcément l'opération, et il est même bien extraordinaire qu'on ait pu atteindre ainsi jusqu'à 550 mètres, qui représentent la profondeur du puits de Grenelle.

M. Kind remplace la tige de fer dont on s'est servi pour les travaux du puits de Grenelle par des tiges de bois. L'origine de cette substitution est assez curieuse. On raconte que dans le forage d'un puits dont les travaux étaient dirigés par M. Kind, un charpentier laissa tomber son mètre dans le puits, rempli d'eau jusqu'en haut.

« Encore un outil à retirer ! s'écria l'ingénieur avec dépit.

— Ne vous en inquiétez pas, dit l'ouvrier, mon mètre est en bois, il reviendra. »

En effet, quelques instants après son mètre reparut; l'ouvrier le ressaisit au sortir de l'eau.

« Si nos tiges pouvaient revenir ainsi! murmura l'ingénieur.

— Elles reviendraient de même si elles étaient en bois! » reprit le chef de forage Kind.

Dès cet instant, il fut convenu entre l'ingénieur Rost, le docteur Biver et le chef de forage Kind, que l'on substituerait les tiges en bois aux tiges en fer.

M. Kind remplace donc les tiges de fer, dans le forage des puits, par une simple tige de bois, ou plutôt par une série de tiges de bois de sapin de 5 mètres de longueur, reliées entre elles par de petites viroles de fer armées de vis. Cette tige de bois a juste le poids spécifique de l'eau. Or, comme on rencontre l'eau à 20 ou 30 mètres au-dessous du sol, et que cette eau ne cesse pas de remplir le trou pendant toute la durée du travail, il en résulte que la barre de percement, dont le poids, quelle que soit sa longueur, ne dépasse jamais celui de l'eau, est portée par ce liquide, et ne pèse relativement rien. On peut donc la soulever et la faire redescendre avec une force très-minime. Néanmoins, comme elle est faite en bois *debout*, elle a, dans le sens vertical, une solidité extrême, et qui est comparable à celle du fer. Cette longue tige est terminée par une pince qui s'ouvre quand elle descend, qui se ferme quand elle monte, au moyen d'un parallélogramme, en relation par ses angles avec deux cordes qui aboutissent à l'orifice du puits, et que l'on manœuvre d'en haut, soit avec la main, soit à l'aide d'un mécanisme additionnel. Au fond du puits repose un mouton ou *trépan* très-lourd, d'une forme assez analogue à celle du mouton dont on se sert pour battre et enfoncer les pieux, mais qui est armé à sa surface inférieure de grosses dents de fer symétriquement distribuées, de manière à pénétrer dans le sol du fond

lu puits quand on laisse le trépan retomber, pour le liviser, le broyer, le réduire en débris, que l'on nlèvera plus tard. Le trépan est surmonté d'une tige mplantée à sa surface supérieure, et par laquelle on peut e saisir.

La tige de suspension du puits de Passy consiste en une érie de tiges partielles en bois de sapin de 9 à 10 centinètres d'équarrissage, et ayant chacune 10 mètres de lonjueur. Elles sont réunies les unes aux autres au moyen le douilles et de vis. Elles n'ont qu'un assez petit excès le poids sur l'eau qu'elles déplacent. Il en résulte que la orce nécessaire pour soulever le trépan et les tiges augnente peu avec la profondeur du puits foré. Les tiges en oois bien sain, sans nœuds ni autres défauts, offrent d'ailleurs une résistance bien suffisante à la rupture par traction directe, dans le sens des fibres, seul effort qu'elles aient à supporter.

L'instrument à chute libre, ou déclic, qui surmonte le trépan, est formé d'un clapet circulaire ou chapeau en gutta-percha, ayant $0^m,60$ de diamètre, et auquel est adaptée la tête d'une pince qui soutient la tige du trépan. Le jeu de l'appareil est disposé de telle sorte que la pince ouvre ses branches quand elle descend et les ferme lorsqu'elle remonte.

Le trépan est du poids de 1800 kilogrammes; il est armé de sept dents en acier fondu, ayant chacune une longueur de $0^m,25$ et un poids de 8 kilogrammes environ. Ces dents, assujetties à l'appareil par de fortes chevilles de fer, peuvent s'enlever facilement pour être remplacées en cas de bris ou d'usure.

Le moteur principal est une machine à vapeur de la force de 25 à 30 chevaux, composée de deux cylindres à piston alimentés par une seule chaudière. L'un de ces cylindres, ayant une force de 10 chevaux, a son piston relié, au moyen d'une tige, à l'une des extrémités d'un balan-

cier. A l'autre extrémité de ce balancier est suspendu l'appareil de forage.

Cet appareil consiste, comme nous l'avons dit, en une tige de bois de sapin terminée inférieurement par une pince avec système à chute libre, et par l'instrument de forage proprement dit, qui est le trépan. La pression de la vapeur sur le piston soulève, au moyen du balancier, la tige, et le trépan qui retombent, après la suppression de la vapeur, en vertu de l'excès de leur poids, dans l'eau qui a été fournie par les infiltrations des couches supérieures, et dont le puits est rempli.

Voici maintenant comment on opère : au moyen de la machine à vapeur, qui fait osciller l'énorme balancier horizontal, on abaisse d'abord la barre de bois ; la pince qu'elle porte à son extrémité se ferme, et saisit la tige du trépan, que la barre soulève avec elle en remontant à une hauteur de quelques mètres au-dessus du fond ; la pince s'ouvre alors, elle lâche la tige, le trépan ou mouton retombe et produit sur le sol qui forme le fond du puits son effet de division, de broiement, etc. C'est donc par percussion qu'on agit, à la manière des Chinois, en substituant toutefois une barre de bois, dont le poids est annulé par la présence de l'eau, à la corde ou à la chaîne dont on fait usage en Chine.

Le mouton est soulevé en moyenne vingt fois par minute, pour retomber autant de fois. Après douze heures de travail, on remonte la barre entière avec le mouton ; cette opération se fait avec une rapidité vraiment merveilleuse. Toutes les tiges qui la forment, longues chacune de 5 mètres, sont dévissées l'une après l'autre en moins de dix minutes ; on les revisse aussitôt, et l'on fait descendre, à la place du trépan, un seau armé, à sa partie inférieure, d'une soupape que l'on ouvre et ferme aussi à l'aide des cordes et de la pince ; le seau, ouvert par en bas et poussé par la barre, pénètre dans la masse pâ-

euse et se remplit. On ferme la soupape et on le retire, pour le remplacer de nouveau par le trépan et continuer le forage.

La chute du trépan n'excède pas $0^m,60$, mais ce mouvement se renouvelle environ vingt fois par minute.

La cuiller dont on se sert pour le curage est un cylindre en tôle, de 1 mètre de hauteur sur $0^m,80$ de diamètre. Ce cylindre est ouvert à sa partie supérieure, et il est muni d'un fond mobile à charnières, formé de deux soupapes, qui s'ouvrent de dehors en dedans et en regard l'une de l'autre. On amène la cuiller au-dessus de l'orifice du puits par le même procédé que le trépan, c'est-à-dire à l'aide d'un chariot roulant sur des rails; ensuite on l'amarre à l'extrémité d'un câble rond de $0^m,04$ de diamètre, lequel passe sur une poulie dont la chape est folle sur son axe, et va s'enrouler sur un treuil mis en mouvement au moyen d'une chaîne sans fin par une bielle attachée sur la tige du piston du cylindre à vapeur. Cette opération terminée, on donne du câble, et la cuiller descend dans le puits par son propre poids. Les soupapes, forcées de s'ouvrir par suite de la pression qu'exercent l'eau et les détritus qui pénètrent dans le cylindre, se referment immédiatement dès qu'on relève l'appareil. Lorsque la cuiller est revenue au jour, le chariot vient la chercher et la conduit au-dessus du canal de vidange, où on la fait basculer pour la vider; puis on la ramène pour la descendre de nouveau dans le puits.

L'opération du forage et celle du curage, qui se succèdent d'une manière régulière, durent environ six heures chacune. Le seau imaginé par M. Kind pour le curage est un très-notable perfectionnement dans l'outillage des fontainiers-sondeurs.

Deux hommes tenant en main, à l'ouverture du puits, la tige de suspension, suffisent pour gouverner la mar-

che de l'appareil, et diriger la chute du trépan de manière que l'outil atteigne bien toute la largeur du trou de sonde. Les mêmes ouvriers ont aussi pour tâche de rallonger les tiges de descente à mesure que le travail avance.

La sonde pénètre dans les terres beaucoup plus vite à Passy qu'elle ne le faisait à Grenelle. On sait que le forage de ce dernier puits dura plus de sept ans (du 24 décembre 1833 au 26 février 1841). Or, il n'y a guère plus d'une année que l'opération actuelle est commencée, et on peut espérer que le terme des travaux ne se fera pas attendre.

Cette différence dans la durée du forage des deux puits de Grenelle et de Passy ne saurait être pourtant complétement attribuée à la différence des appareils employés par M. Mulot et par l'ingénieur saxon. D'abord, au lieu de fonctionner seulement pendant dix heures chaque jour comme à Grenelle, la sonde fonctionne à Passy nuit et jour. Quand M. Mulot commença ses opérations, son matériel était imparfait, il dut le compléter au fur et à mesure que les besoins se manifestaient, ce qui entraînait nécessairement des retards. De plus, il ne disposait que d'un manége de cinq ou six chevaux, au lieu d'avoir, comme M. Kind, une machine à vapeur de trente chevaux. Enfin les couches du sol à traverser étaient inconnues, tandis que, pour le forage de Passy, on connaît d'avance leur nature et leur épaisseur, d'après l'expérience même des opérations qui furent faites à Grenelle par M. Mulot.

Quelques événements imprévus ont ralenti l'opération du creusement du puits de Passy. Pendant le mois de juillet 1856, l'instrument s'engagea, à 366 mètres de profondeur, dans une masse de grès gris, et il y était retenu si fortement, qu'une partie de l'outil, pesant 50 kilogrammes, demeura invinciblement retenue dans la roche. Il fut

impossible de l'en extraire. On employa sans succès, peut-être avec trop peu de patience, et surtout avec trop peu de confiance de la part des ouvriers allemands chargés du forage, de puissants électro-aimants. Les tentatives faites, sous la direction de M. Silberman, pour retirer cette énorme masse de fer par l'action électro-magnétique, échouèrent. Il fallut se décider à broyer le fer au fond du puits, et l'on dut consacrer trente-trois jours à cet ingrat et difficile travail. Les morceaux de l'outil, ainsi réduit en pièces, sont maintenant rangés dans leur ordre parmi les échantillons des terres successivement traversées par les instruments. Cette collection d'échantillons est très-intéressante à examiner, car elle permet à nos regards de pénétrer en quelque sorte à travers les couches superposées du sol dont nos pieds foulent la surface.

La géologie n'a eu toutefois à enregistrer aucun fait nouveau, quant à la nature des terrains traversés pendant le forage du puits artésien de Passy. La succession des couches n'a différé en rien, en effet, de celles que l'on avait rencontrées dans le forage du puits de Grenelle.

Le public et le monde savant ont appris avec satisfaction l'existence de cette belle opération, qui consiste à creuser un puits de 710 mètres de profondeur, c'est-à-dire supérieur de plus de 150 mètres au puits de Grenelle, travail qui s'exécute par une méthode nouvelle, essentiellement rapide, et qui se prête avec beaucoup d'avantages aux explorations scientifiques des couches de terrains traversés. Quant à la ville de Paris, elle rencontrera des avantages tout à fait inespérés dans l'exécution de ce forage qui doit aboutir à l'émission d'une véritable rivière souterraine. Si ce dernier résultat était obtenu, ce serait pour la ville de Paris une véritable fortune, et elle n'aurait rien de mieux à faire que de recommencer la même opération sur

un grand nombre de points du boïs de Boulogne. On alimenterait, de cette manière, le lac et la rivière sans avoir recours à la Seine, et les machines à vapeur, qui aujourd'hui élèvent l'eau du fleuve, pourraient suspendre leur dispendieux service.

VI

LES TÉLÉGRAPHES SOUS-MARINS.

1

Rupture et perte du câble télégraphique sous-marin de la Méditerranée.

La ligne sous-marine de télégraphie électrique, qui est destinée à relier la France et l'Afrique française, est déjà établie en partie : elle fonctionne depuis le littoral de la Méditerranée jusqu'à l'extrémité méridionale de l'île de Sardaigne. La partie de la ligne qui reste à poser s'étend de l'extrémité sud de la Sardaigne à la côte d'Afrique, près de Bône. En 1855, un premier essai pour la pose de cet immense conducteur échoua complétement. Le câble fut perdu : une valeur d'un million fut submergée en un instant. La même opération, reprise cette année sous la conduite du même opérateur, M. Brett, a encore abouti au même échec. Le câble s'est une seconde fois brisé ; il a été perdu au moment même où les plus grandes profondeurs d'eau avaient été franchies avec un plein succès, et quand on touchait presque à la côte d'Afrique. Voici les diverses phases par lesquelles a passé l'opération importante qui a eu une si regrettable terminaison.

Le navire à vapeur anglais le *Dutchman*, du port de 900 tonneaux, était porteur du câble télégraphique, qui avait été construit en Angleterre avec le plus grand soin, sous les yeux de M. Brett, concessionnaire de cette entreprise ; la longueur totale de ce câble sous-marin était de

plus de 200 milles marins. Il arriva, le 30 juillet, à Cagliari, port du golfe de Sardaigne. M. Brett, que le malheur de l'année précédente avait rendu plus prévoyant, avait, cette fois, fait disposer les appareils nécessaires à l'opération d'une manière bien supérieure.

Le gouvernement français avait ordonné qu'un bateau à vapeur de la marine impériale concourût à l'opération, en remorquant le *Dutchman* pendant la pose du câble. A cet effet, *le Tartare* se trouvait depuis quelques jours dans le port de Cagliari pour y attendre l'arrivée du câble : ce navire était à la disposition de M. de La Marche, nommé commissaire du gouvernement français, et qui devait présider à l'opération.

Le *Dutchman* et *le Tartare* partirent de Cagliari le 5 août, pour aller à Croce de Chia, point de la côte de Sardaigne, d'où devait partir le conducteur. Le 7 août, à cinq heures du matin, l'opération de l'immersion du câble commença, et continua heureusement pendant quatorze heures. *Le Tartare*, qui remorquait le *Dutchman*, marchait à raison de deux milles à l'heure.

A sept heures du soir, sans qu'on ait pu en deviner la cause, le câble s'échappa tout à coup avec une rapidité effrayante, mais il fut presque aussitôt arrêté par les freins.

Après cet accident, on s'aperçut que les communications électriques du fil avec la Sardaigne n'existaient plus. Au lieu de s'arrêter, on continua encore l'opération pendant deux heures. Mais on finit par reconnaître que la correspondance était complétement interrompue : il fallait retirer de la mer environ 8 milles de câble pour retrouver le point qui avait été endommagé.

Cette opération, qui aurait été extrêmement facile avec un appareil de sauvetage, devenait impossible du moment que l'on ne possédait, pour tout engin, que le cabestan qui sert, sur tous les navires, à retirer l'ancre de la mer. Il était évident que le câble, en s'enroulant sur le cylindre

autour duquel on enroule d'ordinaire la chaîne de l'ancre, et qui est d'un diamètre fort petit, devait finir par s'écraser ou se rompre sous le poids du conducteur sous-marin. Il aurait fallu, dans tous les cas, avec ce système, employer au moins huit jours pour soulever les 8 milles du fil télégraphique.

A peine avait-on commencé à essayer de retirer, avec le cabestan du bord, le bout du câble immergé, que, tout d'un coup, ce dernier se rompt et tombe à la mer. On était en ce moment à 37 milles de la Sardaigne, et l'on avait déjà consommé 61 milles de câble, car, pendant les 17 derniers milles, probablement par erreur de calcul nautique, on en avait posé 30 milles. Les deux bâtiments à vapeur retournèrent donc à leur point de départ. *Le Tartare* se dirigea vers Cagliari pour se procurer du matériel, et l'autre à Croce de Chia, pour se mettre en état de retirer de la mer la partie du câble télégraphique qui s'était rompue à 37 milles de la côte.

Cette opération fut commencée le 13 août seulement. Pour repêcher le câble et en même temps le replacer au fond de la mer, le *Dutchman* se plaça à la pointe de Croce de Chia, point de départ de la ligne sous-marine. L'opération consistait à faire glisser le câble sur le *Dutchman* dans le sens de sa longueur, en sorte que le navire, en marchant, le soulevait d'un côté et le laissait retomber de l'autre. C'est de cette manière que l'on réussit à repêcher 15 milles du conducteur submergé. Mais à six heures du soir, il devint impossible de retirer le reste. Le câble télégraphique se trouvait retenu au fond de l'eau par une puissance insurmontable, sans doute par suite de la présence de roches sous-marines sous lesquelles il se trouvait engagé et qu'il était impossible de soulever. Le navire était fortement incliné sur sa quille par suite de la traction et de la tension extrême du câble. Craignant qu'il ne se brisât

si l'on poussait plus loin l'opération, on y renonça. On coupa le conducteur, et ayant eu soin d'assurer le bout qui allait au rivage, on laissa retomber à la mer l'autre bout.

La partie du câble que l'on abandonnait ainsi n'avait pas moins de 36 milles marins (48 000 mètres de longueur), et représentait une valeur d'environ 180 000 fr. Mais ce sacrifice était reconnu indispensable pour ne pas perdre le fruit d'une opération qui avait été heureuse jusque-là.

Le 14, après avoir repêché ce bout, et avoir réuni solidement le câble retrouvé à celui qui était à bord, on reprit dans de bonnes conditions l'opération de la pose du fil.

L'opération du dévidement et de la pose du conducteur s'exécutait comme à l'ordinaire, *le Tartare* remorquant le *Dutchman*, et ce dernier déroulant le conducteur et le faisant glisser avec précaution au fond de la mer. On posait seulement 2,5 milles à l'heure, dans la crainte d'endommager une seconde fois le câble télégraphique par une plus grande vitesse.

Tout marchait très-bien ainsi; dans la nuit du 14 au 15, on franchit avec le plus grand succès les profondeurs les plus considérables qui se rencontrent sur le trajet de cette ligne sous-marine.

Le 15 août, à cinq heures du matin, on aperçut au loin *Galite*, îlot situé à 50 milles de la côte d'Afrique, terre promise, mais que l'on ne devait pas toucher.

En effet, à quatre heures du soir, on était encore à 18 milles de Galite, et l'on n'avait plus à bord qu'une longueur de câble de 6 milles. On reconnut alors avec douleur que *le Tartare* qui remorquait le *Dutchman*, non-seulement s'était trompé de direction en s'éloignant d'environ 30 milles, mais que, pendant la nuit, tandis qu'il avait signalé une vitesse de 2 milles 1/2 à l'heure, il n'en avait

fait en réalité qu'un et demi, causant ainsi une énorme perte de conducteur télégraphique.

Le commandant du *Tartare* se rendit à bord du *Dutchman*, où se trouvait M. Brett, et exprima tous ses regrets de ce malheur. Il ajouta qu'à bord de son bâtiment tout le monde s'était réjoui, la nuit précédente, du bonheur avec lequel on avait franchi les plus grandes profondeurs d'eau, et que chacun s'était flatté de toucher, dès le matin, à la côte d'Afrique. Malheureusement, ces prévisions avaient été trompées, et cela par l'erreur si regrettable commise dans l'appréciation de la vitesse du déroulement de l'appareil, et par l'action des courants qui avaient fait dévier le navire de la route qu'il aurait dû suivre.

Un conseil fut tenu alors entre le commandant du *Tartare*, M. Kell, capitaine du *Dutchman*, M. de La Marche et M. Brett. Le commandant du navire français, ayant assuré qu'il serait presque impossible de trouver à Bône un chaland ou une bouée convenable pour retenir le bout du câble à cette profondeur, proposa d'aller immédiatement jusqu'à Alger pour y chercher ces objets, qu'il pourrait rapporter dans cinq jours.

On passa donc le câble de la poupe à la proue, en l'amarrant de manière à n'avoir à craindre aucune avarie pour le bâtiment. Pendant les deux jours suivants, le temps fut beau. Le câble était en parfait état; on put envoyer et recevoir plusieurs dépêches jusqu'à Londres.

Les 16, 17, 18 et 19 août, le *Dutchman* resta toujours au même point, attendant avec anxiété le retour du *Tartare*; mais celui-ci, qui aurait pu se procurer le chaland, soit à la Calle, qui n'était qu'à 50 milles, soit à Bône, qui était à 80 milles, soit enfin à Cagliari, qui n'était qu'à 100 milles, avait préféré, comme nous l'avons dit, pousser jusqu'à Alger, qui se trouvait à 200 milles de distance, sans songer qu'en de telles circonstances, la perte d'une heure seulement pouvait devenir fatale.

L'événement ne justifia que trop ces craintes. Dans les premiers jours, le bâtiment ni le câble conducteur, dont l'extrémité était attachée à sa proue, n'éprouvèrent rien de la mer. Mais, le 18, le baromètre ayant baissé tout d'un coup, un orage se déclara, et imprima au navire de violents mouvements d'agitation. Cette tempête dura toute la journée et la nuit suivante ; le lendemain, quatrième jour de l'arrivée, le câble était encore en parfait état, transmettant des dépêches jusqu'à neuf heures du matin ; on reçut encore des dépêches de Paris et de Londres.

Le navire continuant à rouler énormément, le capitaine donna l'ordre d'allumer les feux de crainte d'accident. Mais, à neuf heures et demie, une mer furieuse battait le navire ; elle faisait relever et redescendre la proue avec de terribles secousses, ce qui fit redouter que le câble ne cassât au fond de la mer.

Ayant appliqué au bout du câble l'appareil électrique, M. Brett reconnut, en effet, avec désespoir, que le conducteur télégraphique s'était rompu dans les profondeurs de la mer. Sur la partie du câble retirée et examinée, tout, à l'exception du point de la cassure, était en bon état, et on reconnut que la rupture avait eu lieu par suite du frottement contre des rochers, pendant le roulis qu'avait eu à subir le navire durant ces deux jours de tempête.

Quelques heures après, *le Tartare* arrivait d'Alger avec un bon bateau flottant du port de 100 tonneaux, muni de grelins, de bouées, etc. Malheureusement, il était trop tard.

Il résulte de ce récit qu'on ne saurait imputer à M. Brett la responsabilité de ce malheur. Si l'on en excepte la faute commise par M. Brett de n'avoir pas fait disposer à bord du *Dutchman* un appareil propre à repêcher le câble en cas de besoin, il faut reconnaître que le reste des dispositions prises par lui était irréprochable, et que l'échec éprouvé a

tenu à des circonstances qu'il n'était pas possible de prévoir. Ces circonstances sont les indications erronées données par le capitaine du navire français, et l'action des courants qui ont fait dévier le navire de la route qu'il devait suivre. Disons néanmoins que, malgré toutes ces entraves, l'opération aurait certainement réussi, si l'on n'eût perdu un temps des plus précieux en allant chercher jusqu'à Alger ce que l'on aurait pu aisément se procurer à la Calle, à Bône ou à Cagliari.

Le câble télégraphique ainsi perdu était assuré par une compagnie anglaise. M. Brett va s'occuper d'en faire construire un nouveau, qui sera posé suivant la même direction, et bien probablement, cette fois, avec un succès complet.

2

Pose d'une partie du télégraphe transatlantique.

Un résultat plus heureux a couronné le commencement de l'admirable entreprise qui consiste à relier par un conducteur sous-marin l'Europe et le nouveau monde. Le plan adopté pour établir une liaison de télégraphie électrique entre l'Europe et l'Amérique, consiste à poser un câble sous-marin dans l'océan Atlantique de l'Irlande à l'île de Terre-Neuve, et à compléter la communication en posant un deuxième câble sous-marin entre l'île de Terre-Neuve et le continent américain[1].

La première partie (la plus courte et la plus facile évidemment) de cette immense ligne sous-marine, a été posée avec un succès complet, au mois de juillet 1856. C'est ce que raconte avec tous les détails nécessaires la lettre suivante,

1. Voyez, pour les détails du plan et de l'exécution du télégraphe transatlantique, mon *Histoire des découvertes scientifiques modernes*, tome II, page 221 (4e édition).

écrite de New-York au *Moniteur*, à la date du 25 juillet, et qu'il nous suffira de reproduire :

Je suis heureux de vous annoncer que la Compagnie formée pour l'établissement d'un télégraphe électrique entre l'île de Terre-Neuve et le continent américain, a obtenu un plein succès dans la pose du câble sous-marin entre le cap Hay (île de Terre-Neuve) et la baie d'Aspey (cap Breton).

Vous vous rappellerez, sans doute, qu'un essai pareil avait déjà été tenté il y a quelques mois. L'opération de l'immersion du conducteur électrique, commencée alors sous de bons auspices, fut malheureusement interrompue et abandonnée par suite d'une tempête qui brisa le câble, dont la plus grande partie fut perdue.

La Compagnie, sans se laisser décourager par cet accident, fit aussitôt confectionner en Angleterre un nouveau câble, qui fut placé sur le steamer *Propontis*. C'est ce bâtiment qui vient de terminer si heureusement cette difficile entreprise.

Après être arrivé au cap Ray et avoir débarqué et relié la tête du câble à la station télégraphique, le *Propontis* a fait route pour le cap Breton le 9 juillet. Sa traversée du golfe Saint-Laurent a été très-heureuse, et s'est effectuée en quinze heures, sans le moindre accident ni temps d'arrêt, le câble se déroulant avec la plus grande facilité du centre à la circonférence, à raison de 5 à 6 milles à l'heure. En plongeant vers les plus grandes profondeurs, de 150 à 200 brasses, il descendait à angle d'environ 25°, démontrant ainsi que son grand poids était plus que suffisant pour contre-balancer la marche progressive du navire. Pendant cette traversée, et tout en posant le câble, on a envoyé constamment des messages à terre, et aussitôt après l'arrivée au cap Nord, une station télégraphique, érigée provisoirement sous une tente, a permis d'inaugurer la complète communication entre les deux rives, séparées par une distance de 85 milles.

D'un autre côté, la ligne à travers les terres se poursuit de la manière la plus active. On espère que la communication entre New-York et Saint-Jean de Terre-Neuve sera complétement établie vers le mois de septembre prochain. On pourra alors, par la relâche d'un navire à Saint-Jean, avoir à New-York les nouvelles d'Europe plus fraîches de deux ou trois jours que par Halifax, c'est-à-dire qu'elles précéderont l'arrivée du navire dans le port de New-York d'environ quatre jours. Le rappro-

chement des distances mettra désormais New-York à portée d'avoir les nouvelles d'Angleterre en moins de sept jours.

Cette première partie terminée, la Compagnie dite *New-York*, *New-Foundland and London Telegraphic Company* doit procéder sans délai à l'immersion du câble immense qui doit relier Terre-Neuve à l'Irlande. C'est évidemment la partie la plus délicate et la plus problématique de cette œuvre gigantesque. Pour beaucoup de personnes, ce n'est qu'un rêve irréalisable; pour ceux qui ont sérieusement étudié la question, l'entreprise est devenue presque facile. Une étude scientifique du parcours a établi, en effet, que le fond de la mer offre partout une plaine sablonneuse, dans laquelle le câble s'enfoncera par son propre poids, sans avoir à craindre de rupture. De plus, une nouvelle exploration vient d'être ordonnée pour établir d'une manière définitive les bases du travail à faire, et tracer la ligne du parcours que le câble sous-marin doit suivre. A cet effet, le secrétaire de la marine des États-Unis a confié au lieutenant A. H. Berryman le commandement du navire *Arctic*, celui-là même qui vient de ramener le docteur Kane de son voyage à la recherche de sir John Franklin.

Sa mission est de vérifier l'exactitude des travaux du lieutenant Maury sur les courants et les vents de l'Atlantique septentrional. Il lui est recommandé d'étudier tout spécialement la nature du fond de la mer entre Terre-Neuve et l'Irlande, et la profondeur de l'eau. Il doit en même temps ne négliger aucune étude qui puisse éclairer le gouvernement sur la possibilité de réaliser les projets de la Compagnie du télégraphe sous-marin.

VII

EMPLOI ALIMENTAIRE DE LA VIANDE DE CHEVAL.

L'emploi alimentaire de la viande de cheval est une question dont on s'est beaucoup entretenu pendant tout le cours de l'année 1856. En présence de la rareté et surtout de la cherté actuelle des subsistances, économistes, industriels, hommes de science, se sont préoccupés de la possibilité d'introduire dans l'alimentation publique cet élément nouveau. Nous allons donner le tableau des principales publications et recherches qui ont paru jusqu'ici sur cet important sujet. Après l'exposé des faits, nous présenterons la conclusion pratique qui en découle.

Presque tous nos animaux auxiliaires sont en même temps propres à l'alimentation. Ce fait s'explique aisément. En multipliant les animaux consacrés à son service, l'homme crée tout à la fois une grande masse de forces et une grande quantité de matière alimentaire; il est amené à tirer parti de celles-ci lorsque les premières lui font défaut ou deviennent inutiles. Pourquoi donc le cheval, animal de grande taille et l'un des plus importants de nos auxiliaires, n'est-il pas, ou, pour parler plus exactement, n'est-il plus consacré à l'alimentation?

De nos jours, excepté dans quelques rares contrées, on ne demande au cheval que sa force en échange de la nourriture qu'on lui donne. Approchant de la vieillesse, frappé d'un accident qui diminue ses services ou les rend impossibles, le cheval n'est plus qu'un capital à la veille

de se perdre; quelques débris à peine en sont utilisés. Et pourtant sa chair pourrait offrir de précieuses ressources à l'alimentation, si un préjugé fortement enraciné ne la discréditait dans l'opinion publique en lui attribuant des inconvénients dont elle est exempte en réalité. Buffon, lui-même, n'a pas hésité à la condamner comme un aliment des plus médiocres; mais, sans doute, le célèbre naturaliste s'inspirait en cela de l'opinion générale et ne parlait que par ouï-dire, car il est peu probable qu'un morceau de cheval ait jamais figuré, à titre de mets, sur la table du seigneur de Montbard.

On ne compte pas moins de *deux millions* de chevaux en France. Quelques produits seulement de cet animal (les crins, la peau, les tendons, les os) sont utilisés dans l'industrie. Si d'autres parties servent à l'alimentation, ce n'est qu'en petite quantité et toujours par fraude. Voilà donc à quoi se borne en France l'usage d'un cheval abattu, tandis qu'il existe des *millions* d'hommes que la misère accable, qui végètent privés de viande et même de pain, qui ne se nourrissent que de pommes de terre ou de châtaignes !

De même que le bœuf et le mouton, le cheval est essentiellement herbivore; aucun élément nuisible ne s'élabore dans son économie. Sa chair est richement azotée, elle est exempte de toute insalubrité. Elle est bien loin, d'ailleurs, d'être désagréable au goût. Les témoignages de ces bonnes qualités sont nombreux : citons-en quelques-uns.

Le baron de Tott raconte, dans ses Mémoires, qu'ayant été admis, comme envoyé du roi de France, à la table du khan des Tartares, Krim-Gueray, on y servit d'excellentes côtes de cheval fumé, sur le bon goût desquelles les éloges ne tarirent pas.

Le premier des hygiénistes modernes, Parent-Duchâtelet, nous apprend que l'on introduisit autrefois dans Paris,

sous différents prétextes, de grandes quantités de viande de cheval, destinées à l'alimentation.

Huzard père, habile vétérinaire de la fin du XVIIIe siècle, assure qu'à l'époque de la disette qui sévit pendant la Révolution, la majeure partie de la viande consommée à Paris fut, pendant six mois, fournie par des chevaux abattus, sans qu'il en résultât aucun inconvénient pour la santé publique.

Dans les campagnes du Rhin, de la Catalogne et des Alpes maritimes, le chirurgien Larrey eut maintes fois recours à cet aliment pour ses blessés. Il en tira le parti le plus avantageux au siége d'Alexandrie en Égypte, et il lui dut en grande partie la guérison de ses malades. Écoutons à ce propos l'illustre chirurgien militaire :

L'expérience, dit Larrèy, démontre que l'usage de la viande de cheval est très-convenable pour la nourriture de l'homme. Elle me semble surtout très-nourrissante. Le goût en est également agréable. J'en ai souvent fait faire usage, avec le plus grand succès, aux soldats et aux blessés de notre armée. Pendant le siége d'Alexandrie, en Égypte, j'en ai tiré un parti avantageux. Pour répondre aux objections qui avaient été faites par beaucoup de personnages marquants de l'armée, et surmonter la répugnance du soldat, je fus le premier à faire tuer mes chevaux et à manger cette viande. A la bataille d'Eylau, pendant les premières vingt-quatre heures, j'ai dû nourrir mes blessés avec de la chair de cheval.

En 1811, à la requête de la police, Cadet, Parmentier et Pariset constataient à leur tour « que la viande de cheval a fort bon goût; qu'elle nourrit comme celle des autres animaux; que les ouvriers de Montfaucon, qui en consomment, se portent bien. » Ces savants demandaient, au nom du conseil de salubrité, « que la vente de la chair de cheval fût tolérée, et que l'on établît pour cela un abattoir affecté spécialement à l'équarrissage. »

Il résulte de nos informations particulières que les ouvriers équarrisseurs de l'abattoir d'Aubervilliers, qui

a remplacé le charnier de Montfaucon, font tous les jours d'excellents repas avec la viande de cheval rôtie et avec son bouillon : ils se portent à merveille et prennent même de l'embonpoint quelque temps après leur entrée dans cet établissement. Les autres ouvriers que leur profession y appelle momentanément, tels que maçons, couvreurs, etc., regardent d'abord ces repas avec une espèce d'horreur; mais ils ne tardent pas à changer d'opinion, et finissent par imiter leurs compagnons, d'autant plus volontiers qu'il y a pour eux le bénéfice de ne pas aller chez le boucher.

Puisqu'il est ainsi reconnu que la viande de cheval présente tous les avantages que l'on demande aux produits ordinaires de l'alimentation, puisqu'à la saveur agréable elle joint les conditions d'un aliment salubre, comment se fait-il que son usage ne soit point répandu aujourd'hui parmi les populations de l'Europe, auxquelles elle offrirait de si précieuses ressources? D'où vient la répugnance que nous éprouvons à nous nourrir de viande de cheval? Tout simplement, comme nous allons le montrer, de ce que les divers peuples de l'Europe ont cessé depuis longtemps d'en faire usage. Une aversion très-marquée a remplacé la prédilection que les anciens peuples, et en particulier les Germains, avaient pour ce genre de nourriture. L'histoire va nous révéler la cause de cette transformation dans les goûts.

Les Scandinaves et les Germains, voués au culte d'Odin, élevaient et entretenaient avec le plus grand soin, dans des pâturages sacrés, une race de chevaux blancs destinés à être immolés aux dieux qu'ils adoraient. Le sacrifice accompli, ils faisaient bouillir la chair de ces animaux et la servaient dans des festins. Telle est probablement l'origine de l'*hippophagie* qui s'introduisit parmi les peuples du Nord, et devint partie intégrante de leurs mœurs nationales, jusqu'au moment où le christianisme, péné-

trant dans l'Europe septentrionale, réussit à détruire une coutume intimement attachée aux rites du paganisme du Nord.

L'hippophagie, qui se trouvait ainsi liée aux pratiques de la religion d'Odin, était un obstacle à l'établissement du christianisme chez les peuples septentrionaux. Toutes les fois, en effet, qu'un Scandinave, même converti, mangeait du cheval, il se laissait aller au ressouvenir de son ancienne croyance. Aussi, de bonne heure, les papes prohibèrent-ils l'usage de cette viande : la politique religieuse le voulait ainsi.

Dans une lettre écrite au VIII[e] siècle par le pape Grégoire III à saint Boniface, archevêque de Mayence, on lit le passage suivant :

Vous m'avez marqué que quelques-uns mangent du cheval sauvage, et la plupart du cheval domestique. Ne permettez pas que cela arrive désormais; abolissez cette coutume par tous les moyens qui seront en votre pouvoir, et imposez à tous les mangeurs de cheval une juste pénitence. Ils sont immondes, et leur action est exécrable.

Le pape Zacharie, successeur de Grégoire III, renouvela cette défense.

Cependant, malgré l'interdiction des papes, on pense que l'usage de la viande de cheval se maintint longtemps encore en Scandinavie. Ce qui donne quelque poids à cette opinion, c'est que la race des chevaux blancs, qui fournissait les victimes des sacrifices, ne s'est jamais entièrement éteinte : le haras de Frédériksberg, appartenant à la couronne de Danemark, est le seul point du globle où on la retrouve pure de tout mélange.

Voilà comment, au fur et à mesure des progrès du christianisme, la consommation de la viande de cheval diminua en Europe et finit par disparaître. Le pays où elle persista le plus longtemps fut aussi celui qui était resté le dernier fidèle au culte d'Odin, c'est-à-dire le Danemark.

Les peuples nomades de l'Asie septentrionale ont, en effet, conservé jusqu'à nos jours une prédilection marquée pour la chair de cheval, et ils en font leur mets favori, bien qu'ils possèdent de nombreux troupeaux de bœufs et de moutons. C'est chez les tribus barbares de ces pays que ce goût est le plus prononcé, et les missionnaires russes, imitant les papes du VIIIe siècle, trouvent encore aujourd'hui dans l'extirpation de l'hippophagie un moyen puissant de prosélytisme.

Nous n'avons présenté que d'une manière abrégée le tableau des différents peuples qui admettent le cheval au nombre de leurs produits alimentaires. Dans l'ouvrage important dont nous aurons à nous occuper plus loin, M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire a donné avec de grands détails la longue liste des nations qui, à différentes époques, ont fait usage de cette viande d'une manière habituelle. Le savant professeur du Muséum a parcouru successivement, dans cette curieuse énumération, toutes les contrées du globe. Nous renvoyons nos lecteurs à son ouvrage pour cette partie de la question.

L'usage alimentaire de la viande de cheval, que M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire prouve avoir été répandu autrefois dans une foule de contrées du globe, a repris à notre époque une certaine faveur. Parmi les nations civilisées de l'Europe, ce sont les descendants des anciens Scandinaves, les Danois, qui, les premiers, ont donné le signal de revenir à cet antique usage. Pendant le siége de Copenhague, en 1807, le gouvernement danois autorisa le débit du cheval dans les boucheries, et, depuis cette époque, cet animal n'a pas cessé d'alimenter les abattoirs : il existe même dans la capitale du Danemark une boucherie privilégiée, placée sous la surveillance de l'École vétérinaire, et qui ne tient que de la viande de cheval, laquelle se vend, prix moyen, 12 centimes la livre.

Ainsi de nos jours l'usage de la viande de cheval re-

prend peu à peu, et, chose remarquable, il reprend à commencer par les peuples qui l'ont abandonné les derniers. Outre le Danemark où, comme nous venons de le dire, cette substance nutritive se vend publiquement sous la surveillance du gouvernement, on peut citer la Belgique, la Suisse et l'Allemagne, comme ayant, depuis quelques années, en partie suivi cet exemple.

Mais il importe de faire connaître avec quelques détails la série successive d'efforts et de tentatives qui ont eu pour résultat d'attirer sur cette question l'attention du public et celle des gouvernements.

Dans plusieurs de ces Mémoires, mais surtout dans celui sur l'*équarrissage et les voiries de la ville de Paris*[1], publié en 1827, Parent-Duchâtelet a recueilli des observations très-intéressantes sur la viande de cheval. Depuis des siècles, tous les chevaux morts dans Paris et dans la banlieue étaient apportés à Montfaucon; presque entièrement perdus pour l'industrie, ils y étaient abandonnés à la putréfaction, ce qui constituait le foyer d'infection le plus hideux aux portes de la ville la plus brillante du monde. Parent-Duchâtelet, en cherchant comment on pourrait délivrer Paris des insalubres charniers de Montfaucon, souleva la question de l'emploi alimentaire de cette viande : de là les efforts qu'il fit pour faire accepter la viande de cheval comme aliment important pour les animaux domestiques, et pour l'homme lui-même. Mais ses recommandations furent peu écoutées. Parent-Duchâtelet pouvait montrer du doigt la vérité, mais non la faire triompher dans l'esprit de ses contemporains trop prévenus.

Ce qui s'oppose à la consommation alimentaire de la

1. *Recherches et considérations sur l'enlèvement et l'emploi des chevaux morts, et sur la nécessité d'établir à Paris un clos central d'équarrissage, tant pour les avantages de la salubrité publique que pour ceux de l'industrie manufacturière de cette ville*, brochure in-4. Paris, 1827, chez Bachelier.

viande de cheval, c'est la répugnance qu'elle inspire. C'est pour combattre ce sentiment très-enraciné, que divers savants ont, de nos jours, réuni leurs efforts.

En 1847, un professeur de l'École vétérinaire de Bruxelles, M. Verheyen, dans un mémoire lu à l'Académie royale de cette ville, combattit, par des documents historiques d'un grand poids la répugnance que l'on éprouve généralement pour l'usage alimentaire du cheval.

Après M. Verheyen, M. Geoffroy Saint-Hilaire s'est efforcé, dans le cours qu'il professe au Muséum d'histoire naturelle de Paris, de mettre en évidence les ressources alimentaires que peut offrir la viande de cheval. Depuis 1848, il a, chaque année, appelé régulièrement sur ce sujet l'attention de ses auditeurs.

Cependant, malgré les faits rapportés dans le lumineux travail de M. Verheyen, malgré les convictions chaudement exprimées de M. Geoffroy Saint-Hilaire, il était bien à craindre que le préjugé public ne se modifiât tout au plus que théoriquement. La consommation de la chair de cheval n'aurait pu entrer dans le domaine des faits, si l'on s'était borné à de simples dissertations sur ce point.

Préoccupé plus particulièrement du côté pratique de cette question, M. Renault, directeur de l'École vétérinaire d'Alfort, a entrepris une série de recherches, de nature à fixer l'opinion et à édifier le public sur la valeur alimentaire, sur l'influence, eu égard à la santé de l'homme, de la chair, de la graisse, du cerveau, du foie, des reins, du cœur, etc., provenant de chevaux sacrifiés à différents âges et dans différents états d'embonpoint.

Convaincu de la nécessité de combattre, avant toute chose, le sentiment de répugnance que la proposition d'une pareille alimentation devait rencontrer tout d'abord, M. Renault pensa qu'il fallait commencer par essayer de vaincre cette répugnance, et que le seul moyen d'y

parvenir était de faire publiquement usage lui-même de viande et d'abats de cheval diversement préparés, et d'appeler ensuite le plus grand nombre possible de personnes à imiter son exemple.

En conséquence, après avoir personnellement varié ses essais, M. Renault invita des fonctionnaires de l'École d'Alfort, un ou deux d'abord, puis un plus grand nombre, à y prendre part avec lui. En même temps, il distribuait des morceaux des différentes régions du corps à des employés et ouvriers de cet établissement ; il décida aussi les élèves à consentir à ce qu'un plat (bœuf à la mode) d'un de leurs repas fût remplacé par la viande de cheval préparée de la même manière. Le résultat de cette première série d'essais fut favorable, car, de l'avis de tous ceux qui participèrent à ce régime, le goût de la viande de cheval n'a rien qui motive les préventions dont elle est l'objet sous ce rapport.

Ce n'était pourtant là encore qu'un argument d'une médiocre valeur à invoquer auprès des gens du monde. On pouvait dire, avec quelque raison, qu'il n'y avait rien que de naturel à ce que des personnes d'une école où l'on est habitué à la vue et au maniement journalier de cadavres de chevaux, n'éprouvassent pas un éloignement bien prononcé à manger de la chair de ces animaux. Cette objection pouvait avoir quelque chose de spécieux.

Pour la prévenir, M. Renault fit distribuer à plusieurs ouvriers et artisans de la commune d'Alfort, étrangers à l'École, des portions de cheval, que chacun d'eux accommoda comme il lui convint. Les consommateurs en furent tellement satisfaits, que la plupart firent les plus grandes instances pour obtenir que, chaque fois qu'on sacrifierait à l'École un cheval qui ne fût pas atteint de maladie contagieuse, on leur en délivrât quelques morceaux.

Sans être encore décisif, ce second résultat ajoutait déjà à la valeur du premier.

Mais, ce qui n'importait pas moins, c'était de vaincre la répugnance et de conquérir le suffrage de personnes que leurs habitudes de luxe, ou, du moins, d'une certaine aisance, devaient rendre plus difficiles à se prêter à une expérience que beaucoup appelaient « dégoûtante. »

M. Renault l'entreprit, il décida plusieurs de ses amis à surmonter leurs préventions. Parmi eux se trouvaient des propriétaires, des magistrats, des médecins, des administrateurs, des négociants. Après avoir porté les premiers morceaux à leur bouche et les avoir goûtés avec une répugnance non dissimulée, ils reconnurent combien étaient peu fondées leurs préventions et offrirent d'en porter hautement témoignage.

Enfin une dernière épreuve restait à faire. Jusque-là, un certain nombre de personnes, appartenant à diverses classes de la société, étaient converties ; mais leur opinion avait un écho trop circonscrit pour se généraliser beaucoup. On convoqua de nouveaux juges, qui tiraient de leur position et de leur rôle dans l'ordre social, une grande autorité. Ce furent des chefs d'administrations, de celles précisément qui sont spécialement chargées de veiller sur les subsistances et d'en contrôler la valeur et la salubrité; des membres du Conseil d'hygiène publique ; des membres de l'Académie de médecine ; des publicistes choisis parmi ceux qui ont mission d'éclairer l'opinion publique sur toutes les questions se rattachant à l'agriculture, à l'hygiène, à la médecine, à la chimie, à toutes les sciences qui ont pour but l'alimentation et la conservation de la santé de l'homme.

Cette expérience avait donc un grand intérêt ; elle fut couronnée d'un plein succès. Au commencement de l'année 1856, M. le docteur Amédée Latour, rédacteur de l'*Union médicale*, donna, dans son journal, le compte rendu d'un grand festin hippique qui eut lieu chez M. Renault, à l'École d'Alfort, et dans lequel tous les convives pro-

clamèrent, d'une voix unanime, les mérites alimentaires de la viande de cheval. L'article de l'*Union médicale* fut reproduit dans divers journaux de la France et de l'étranger, et bientôt après des repas semblables à celui d'Alfort eurent lieu à Toulouse, à Paris, à Lyon et à Bordeaux, et l'attention publique fut ainsi sérieusement éveillée sur cette importante question.

Au mois d'août 1856, M. Isidore Geoffroy Saint-Hilaire, qui n'avait encore traité que dans ses cours la question de l'usage alimentaire de la viande de cheval, a publié, sous le titre de : *Lettres sur les substances alimentaires et particulièrement sur la viande de cheval*, un ouvrage spécial pour exposer l'état actuel de la question, et défendre la cause économique qu'il a, l'un des premiers, embrassée. Le livre du savant académicien a l'avantage de réunir en faisceau commun tous les résultats connus jusqu'à ce jour en ce qui concerne la consommation de la viande de cheval, et d'appuyer par des chiffres et des évaluations positives, des considérations qui avaient été jusqu'ici assez vaguement exprimées. Il sera donc utile de donner ici une courte analyse de cet ouvrage.

M. Geoffroy Saint-Hilaire commence par poser ce principe physiologique, d'une vérité incontestable : *La viande est l'aliment par excellence de l'homme, surtout dans les pays froids et tempérés.* Il rappelle ensuite ce second fait, rigoureusement établi par la statistique et l'économie sociale : *La viande fait encore défaut à une partie de la population de nos villes, et à une très-grande partie des habitants de nos campagnes.* L'auteur s'appuie, pour établir ce fait, sur les relevés statistiques contenus dans le beau livre de M. Leplay : *Les ouvriers européens.*

L'usage de la viande étant reconnu l'une des premières nécessités du développement et de l'entretien de l'organisme, et une partie de la population française se trouvant réduite à s'en passer, comment peut-on par-

venir à créer, sous ce rapport, les ressources qui nous manquent?

Le moyen est tout trouvé, dit M. Geoffroy Saint-Hilaire : il réside dans l'emploi de la viande de cheval. Cette matière se perd aujourd'hui par millions de kilogrammes. Au lieu de jeter à la voirie, ou d'abandonner à l'industrie, pour des usages secondaires, le corps des chevaux abattus, livrez leur chair à la consommation publique, et le regrettable déficit qui se remarque dans l'alimentation des masses, sous le rapport des matières azotées ou animales, disparaîtra par ce fait. On peut, sans doute, espérer beaucoup, pour l'avenir, soit de l'acclimatation de nouvelles espèces d'animaux alimentaires, soit des progrès de l'agriculture; mais dans le présent, et de longtemps encore, la seule ressource a laquelle on puisse efficacement recourir, c'est la viande de cheval, réserve immense et inépuisable. « Il faut donc se hâter, dit M. Geoffroy Saint-Hilaire, de rendre à la consommation les deux millions de rations de viande chaque jour affectées à des usages secondaires, ou même entièrement perdues. »

M. Geoffroy Saint-Hilaire examine ensuite si l'usage de la viande de cheval peut entraîner des inconvénients, si cet aliment est malsain, et si l'hygiène en condamne l'usage, Les réponses à ces questions sont, sur tous les points, favorables à ce produit alimentaire.

A part les médecins chinois, qui rejettent de la consommation, sinon la chair de tous les chevaux, du moins celle des chevaux de deux couleurs, et à part un passage de Galien, souvent cité, mais d'une manière inexacte, il n'existe, parmi les médecins, les vétérinaires et les naturalistes, qu'une seule opinion sur la salubrité de la viande de cheval. On s'est exclusivement nourri de cet aliment pendant plusieurs semaines, à Copenhague, à Phalsbourg et dans plusieurs autres villes assiégées; à Paris

même, durant plusieurs mois, en 1793 et 1794; et ce régime inusité n'a jamais produit de maladies ni d'indispositions. Bien plus, la viande et le bouillon de cheval, administrés, à plusieurs reprises, aux malades et aux blessés, par des médecins militaires, et principalement par l'illustre Larrey, a toujours parfaitement réussi. En Égypte, pendant le siége d'Alexandrie, ces bouillons de cheval ont même contribué à faire disparaître une épidémie scorbutique qui sévissait sur l'armée.

Ainsi, la viande de cheval est d'une innocuité parfaite à l'égard de l'homme sain, et dans un grand nombre de cas, elle offrirait d'excellentes ressources à l'homme en état de maladie.

Mais cette viande n'est pas seulement salubre, dit M. Geoffroy Saint-Hilaire, elle est encore d'un goût agréable. Ce point, il est vrai, est loin d'être unanimement admis aujourd'hui par l'opinion vulgaire, bien qu'elle ait déjà fait des concessions importantes. La chair du cheval a longtemps passé pour être désagréable au goût, très-dure et difficilement mangeable. Aujourd'hui même, en général, on la croit, on la dit encore telle. Parmi ceux qui repoussent l'usage de la viande de cheval, comme dure et de mauvais goût, on rencontre quelques personnes qui ont fait accidentellement usage de cet aliment, dans les armées, durant des siéges ou pendant des retraites, circonstances dans lesquelles les animaux, aussi bien que les hommes, se trouvaient affamés, accablés de fatigue ou même blessés. La chair des chevaux, dans ces conditions, ne pouvait être appréciée exactement. Après ces premiers adversaires, vient la foule de ceux qui n'ont jamais goûté ni la viande ni le bouillon de cheval; qui, par conséquent, ne *savent pas*, mais qui *croient;* qui ne prononcent pas un *jugement*, mais qui obéissent à un *préjugé*. Or, on peut maintenant opposer tant de faits à ce préjugé, qu'il est impossible de ne pas en reconnaître le peu de fonde-

ınt. Voici ce qui résulte des nombreux et authen-ues documents rassemblés par M. Geoffroy Saint-laire.

Le cheval sauvage ou libre est chassé comme gibier ns toutes les parties du monde où il existe : en Asie, en rique, en Amérique, autrefois (et peut-être encore au-ırd'hui) en Europe. Il en est de même de tous les con-nères du cheval : les zèbres, l'hémione, l'âne, l'hamar, ssent, dans les pays qu'ils habitent, pour d'excellents oiers, souvent pour les meilleurs de tous.

Le cheval domestique lui-même est utilisé comme ani-ıl alimentaire en Afrique, en Amérique, en Océanie, ısque dans toute l'Asie, et sur divers points de l'Eu-ɔe.

Sa chair est reconnue bonne par les peuples les plus férents par leur genre de vie, et appartenant aux races plus diverses : à la race nègre, mongole, malaise, amé-aine, caucasique. La chair du cheval a été très-estimée ıque dans le VIIIe siècle, chez les ancêtres de plusieurs ındes nations de l'Europe occidentale, parmi lesquelles ɔ était d'un usage général, et qui n'y ont renoncé qu'à ;ret, en obéissant à des prohibitions purement reli-ıuses ou politiques. Elle a été très-souvent utilisée, me de nos jours en Europe, mais dans des circon-nces particulières, pour la nourriture d'un grand nombre voyageurs, et surtout de militaires, durant leurs cam-gnes. Elle a été souvent prise, par les troupes aux-elles on les distribuait, et dans les villes, par le peuple i l'achetait, pour de la viande de bœuf. « La viande de ɔval, dit M. Geoffroy Saint-Hilaire, est très-habituelle-ınt débitée sous le nom de viande de bœuf, ou comme ınde de *chevreuil*, dans les restaurants (parfois de l'ordre plus élevé) sans que les consommateurs soupçonnent la ıude ou s'en plaignent. »

Enfin, la viande de cheval a été déclarée excellente par

tous ceux qui l'ont soumise, afin de se rendre compte de ses qualités, à des expériences bien faites ; par tous ceux qui l'ont goûtée dans les conditions voulues, c'est-à-dire suffisamment rassise et provenant de chevaux sains et reposés. Elle est alors parfaite comme rôti, et si elle laisse à désirer comme bouilli, c'est précisément parce qu'elle fournit un des meilleurs bouillons, *le meilleur peut-être* que l'on connaisse. Elle s'est même trouvée bonne lorsqu'elle provenait, comme dans les expériences de MM. Renault, Lavocat et Joly, à Alfort et à Toulouse, d'individus non engraissés et âgés de seize, dix-neuf et même vingt-trois ans. Ce dernier fait est capital, puisqu'il établit la possibilité d'utiliser une seconde fois, pour leur chair, des chevaux déjà utilisés, jusque dans leur vieillesse, pour leur force; par conséquent de trouver, dans leur viande, au terme de leur vie, et quand leur travail a largement couvert les frais de leur élevage et de leur entretien, une plus value, un gain presque gratuitement obtenu.

« La viande de cheval, dit en concluant M. Geoffroy Saint-Hilaire, si abondante, si saine, est donc, en même temps, bonne et très-propre à entrer dans la consommation. »

Tel est, en faisant abstraction des chiffres et des documents qu'il renferme, le contenu du livre du savant professeur du Muséum.

Avec le secours des faits nombreux que nous venons de passer en revue d'après les différents auteurs qui se sont occupés de ce sujet, nous allons pouvoir maintenant aborder, nous-même, avec fruit cette importante question, et rechercher si l'on peut, dès aujourd'hui, faire passer ces résultats dans la pratique.

Pour décider si la viande de cheval peut être, dès aujourd'hui, admise au nombre de nos produits alimentaires

tuels, il faut, ce nous semble, que l'on ait mis entiè-
ent hors de doute les trois points suivants :

La viande de cheval est bonne au goût, et son usage
it sans inconvénient pour la santé publique.

Elle est économique.

Elle existe en quantité suffisante pour jouer un rôle
ortant dans l'alimentation des masses.

xaminons rapidement chacun de ces points.

près les expériences répétées depuis un an, en diverses
s de la France, après les repas *hippophagiques* d'Al-
, de Toulouse, de Lyon, de Paris, etc., on ne saurait,
s le croyons, conserver le moindre doute sur les qua-
et le bon goût de la viande de cheval. C'est un résul-
ui nous paraît mis désormais à l'abri de toute discus-
. Si on nous le permet, d'ailleurs, nous oserons joindre
e témoignage particulier à celui de tant de personnes
mmandables.

u mois de juillet dernier, après avoir fait, à l'École
rinaire d'Alfort, une expérience sur deux chevaux qui
ient d'être abattus, nous emportâmes les muscles
s de ces animaux (*vulgo* le filet) pour nous éclairer par
-même sur les qualités de cette viande, et pouvoir
er *de gustu* sur le sujet controversé. Il n'est pas be-
de beaucoup de phrases ni d'appareil pour dire
cette viande, consommée en rôti, en bouillon et en
lli, était excellente. Il serait, nous le croyons, impos-
, à une personne non prévenue, de distinguer un filet
heval, rôti, d'un filet de bœuf. Quant au bouilli de
al, il ne le cède en rien à celui du bœuf, et le bouillon
donne est d'un goût excellent, avec un arome spé-
très-agréable. Toutes les personnes qui voudront ré-
r l'essai que nous avons fait en tireront certainement
ême conclusion.

uant à la parfaite salubrité de la viande de cheval,
s les faits que nous avons énumérés plus haut, en

donnant l'analyse du livre de M. Geoffroy Saint-Hilaire, le plus léger doute ne saurait subsister. Il est parfaitement reconnu que l'usage habituel de cet aliment ne présente aucune espèce d'inconvénient pour la santé publique.

2° L'emploi de la viande de cheval serait-il économique?

On avait fait remarquer, au moment où cette question a été soulevée (et nous avions nous-même partagé ce sentiment), qu'il serait impossible de livrer à la consommation les chevaux vieux et fatigués que l'on abat tous les jours dans les équarrissoirs; — qu'il faudrait seulement consacrer à l'alimentation les animaux en bon état, abattus à la suite d'un accident qui rend leur service impossible, et que dès lors cette ressource serait bien bornée, — que l'on ne pourrait songer, en raison de leur prix, à élever des chevaux, à les engraisser en vue de leur usage alimentaire, et qu'en résumé, avec de telles restrictions, l'emploi de la viande de cheval ne saurait être économique.

Cet argument, sérieux à l'époque où il a été émis, a perdu de sa valeur depuis que l'expérience a prouvé que des chevaux vieux, usés, épuisés, tranchons le mot, de véritables rosses, fournissent encore une chaire très-mangeable. Ces chevaux, qui, dans les repas d'Alfort, de Toulouse, de Paris et de Lyon, ont donné une viande et un bouillon de si bonne qualité, étaient-ils jeunes? avaient-ils été engraissés? étaient-ils d'un grand prix? Ils étaient *âgés de seize à vingt-trois ans*, et complétement hors de service. L'un de ces chevaux, le plus *jeune*, celui de seize ans, n'eût pas été vendu à l'équarrisseur plus de *quinze à vingt francs*. C'étaient de vieux serviteurs, usés par les années et les fatigues. Néanmoins, leur chair fut jugée tendre et savoureuse. En présence de ce fait, il faut reconnaître que la question d'économie se trouve tranchée dans le sens le plus favorable.

3° Enfin, la viande de cheval donnerait-elle une quantité suffisante de matière alimentaire pour jouer un rôle

ortant dans l'alimentation des masses? Les renseigne-
its et les déterminations numériques exposés dans les
res de M. Geoffroy Saint-Hilaire répondent affirma-
ment à cette question.

n combinant les éléments fournis par nos statistiques
:ielles et par d'autres documents, sur le nombre des
vaux qui existent en France, sur la durée de leur vie
e rendement en viande d'un cheval de taille moyenne,
Geoffroy Saint-Hilaire a trouvé que la viande des che-
x morts naturellement, ou abattus chaque année en
nce, est équivalente à environ :

/6 de la viande de bœuf ou de cochon qui sert annuel-
ent à l'alimentation publique;

/3 des viandes réunies de mouton et de chèvre;

/14 de toutes les viandes réunies de boucherie et de
rcuterie;

u, ce qui revient au même, à plus de *deux millions et*
i de nos rations moyennes actuelles de viande.

n ne peut contester, en présence de ces chiffres,
, par son extrême abondance, la viande de cheval ne
fournir des ressources très-importantes pour l'ali-
ntation des classes laborieuses des villes et des cam-
nes.

e la discussion qui précède ressort la conclusion
rante :

uisqu'il se perd chaque année, en France, des millions de
grammes de bonne viande, et que des millions d'hommes
t privés de cet aliment, il faut introduire la chair de cheval
s l'alimentation publique.

:t comme une vérité, une fois reconnue, ne doit pas
ter stérile, nous oserons émettre le vœu que l'adminis-
tion autorise, à titre d'essai, dans les principales villes
la France, *le débit public de la viande de cheval.*

En France, quoi qu'on en dise, les allures sont assez routinières, et l'on aime à être encouragé par l'exemple des nations voisines. Hâtons-nous donc de dire que la nouveauté que nous demandons n'est pas aussi nouvelle qu'on pourrait le croire. Dans plusieurs parties de l'Europe, la viande de cheval est depuis quelque temps un objet de consommation commune. En Suède, en Danemark, il existe des étaux publics où cet aliment se débite. On en trouve à Schaffhouse en Suisse, à Vilvorde en Belgique; on en trouve surtout aujourd'hui dans un très-grand nombre de villes d'Allemagne.

Quelques détails sur l'emploi de la viande de cheval en Allemagne ne seront pas déplacés ici.

En 1850, cédant aux invitations de la *Société protectrice des animaux*, le ministre de l'intérieur, en Autriche, déclara que la viande de cheval pouvait servir à la nourriture de l'homme. C'est le 21 octobre 1850 que fut faite à Vienne la première tentative pour faire entrer le cheval dans l'alimentation publique.

M. Wildner, de Maithstein, grand partisan de la viande de cheval, fit tuer chez lui, à Doblenz, un cheval bien nourri dont la chair fut distribuée à des ménages pauvres des environs. Après la publication de ce premier essai, le docteur Wildner fit ouvrir chez lui, au commencement de l'année 1854, la première boucherie de cheval. Bien que cette viande se vendît de 20 à 25 cent. la livre, selon que les morceaux provenaient des membres antérieurs ou postérieurs, le nombre des acheteurs venus des faubourgs de Vienne fut assez considérable pour qu'on pût bien augurer du succès de l'entreprise.

C'est à la date du 20 avril 1854 que la viande de cheval fut officiellement autorisée et réglementée dans la basse Autriche.

Vers la même époque, on vit s'établir dans la banlieue de Vienne la première boucherie pour le débit de la viande

cheval. Ce fut une femme, connue pour sa bienfaisance, 1e Émilie de Braundal, qui se chargea de subvenir aux miers frais, et qui fournit le capital d'exploitation au 1cher, dont l'étal fut ouvert le 6 mai 1854, à Brigttenau. Deux nouvelles boucheries s'installèrent ensuite, l'une 24 mai 1854, dans le faubourg de Lichtenthal; l'autre 10 juin de la même année, dans le faubourg de Gumpen-f. Enfin, tout récemment, un nouvel établissement du me genre a été ouvert dans le faubourg de Landstrass. On compte actuellement à Vienne quatre boucheries où débite de la viande de cheval. Dans les environs, à Do-1, on rencontre un établissement du même genre, un re à Funfenhaus; et enfin dans ces derniers temps, étal a été ouvert à Inzersdorf, dans le Wienerwald. Un ai fait à Penzing n'a pas été suivi de bons résultats.

Les autorisations nécessaires pour l'ouverture d'un étal tiné à la viande de cheval sont accordées par l'autorité ninistrative. Le concessionnaire n'a pas besoin d'être habile boucher; il lui suffit de prendre l'engagement de 1fier à des garçons expérimentés l'exploitation de son 1ds. On exige en outre, à Vienne, que les candidats jus-ent de la possession d'un local approprié à leur in-strie. Toutefois, avant que la permission soit accordée, commissariat des marchés et les autorités communales 1t encore consultés. En cas de refus, le postulant peut appeler au conseil d'État. Mais, en général, les candi-s qui ont pu prouver de leur aptitude professionnelle, t comme bouchers, soit au point de vue de la connais-1ce des chevaux, obtiennent l'autorisation, dans la plu-rt des cas, si toutefois la police ne donne pas sur eux mauvais renseignements.

L'abatage des chevaux se faisait primitivement dans les 1x abattoirs consacrés à l'espèce bovine; mais les bou-ers de Vienne ayant réclamé contre cette promiscuité, a créé un abattoir spécial pour les chevaux.

La surveillance du commerce de la viande de cheval, ainsi que celle de l'approvisionnement, est confiée aux fonctionnaires chargés de l'inspection des marchés. Les chevaux destinés à l'abatage sont examinés par un inspecteur spécial et préparés en sa présence. Les inspecteurs des marchés exercent aussi leur contrôle sur les localités où l'on vend de la viande de cheval, et ils délivrent les certificats ou permis d'abatage qui doivent être délivrés pour chaque cheval livré à la consommation.

Les extraits suivants sur la *consommation de la viande de cheval en Allemagne*, sont empruntés à une note qui a été publiée en 1855 par le docteur Lortet, président de la Société protectrice des animaux, à Lyon :

.... Le préjugé contre la viande de cheval, dit M. le docteur Lortet, n'est pas mieux fondé que celui qui existait contre les pommes de terre longtemps encore après leur introduction. Il finira aussi par disparaître. Pour vaincre cette répugnance mal fondée, il suffira de l'exemple donné à leurs concitoyens par les hommes raisonnables de chaque localité. C'est dans ce but que la Société protectrice des animaux de Munich a surtout dirigé ses efforts. Son appel a été entendu dans toute l'Allemagne. En différentes localités, des comités se sont organisés et se sont réunis en banquets pour manger de la viande de cheval. Il nous suffira de citer quelques localités par ordre de dates.

1841. — L'usage de la viande de cheval a été adopté à Ochsenhausen, cercle de Bibrach, en Wurtemberg. On a, depuis cette époque, établi dans cette ville un abattoir autorisé, sous la surveillance d'un vétérinaire. Chaque semaine il s'y débite la viande de cinq ou six chevaux. Il se fait aussi, depuis dix ans, une grande consommation du même aliment à Benzenhaus, sur les rives du lac de Constance.

1842. — A Konigsbaden, près de Stuttgard, on a organisé un banquet de cent cinquante personnes, dans lequel il n'a été mangé que de la viande de cheval, apprêtée de différentes manières. Depuis cette époque, l'usage de la viande de cheval s'est répandu rapidement dans tout le Würtemberg.

1846. — On lit dans une ordonnance de police du gouvernement de Bade : « L'usage de la viande de cheval comme ali-

ent prenant chaque jour plus d'extension, nous ordonnons
ce qui suit : 1° On abattra seulement les chevaux sains ; ceux
qui abattraient des chevaux malades seront punis d'une
amende de 10 à 20 francs ; 2° avant d'être abattu, chaque cheval
sera visité par un vétérinaire, qui accordera ou refusera
l'autorisation. »

Dans la même année, le gouvernement de Schaffhouse a
aussi autorisé la vente de la viande de cheval.

1847. — Dans toute la contrée de Karlsbad, en Bohême,
l'usage de la viande de cheval devient général. A Zittau seulement,
on en abat 200 par année.

Dans le courant de cette année, de nombreuses licences
pour établir des abattoirs de cheval, sous la surveillance de la
police, ont été accordées en Bohême, en Autriche, en Saxe, dans
le Hanovre, dans le duché de Bade, en Suisse, en Belgique.

De 1850 à 1851. — La Société protectrice des animaux de
Hambourg a fait tuer et vendre 135 chevaux.

En 1835, il existait déjà cinq abattoirs de chevaux à Berlin ;
l'on y a tué 350 chevaux dans le courant de l'année
53.

Il y eut à Vienne, pendant la même année, une émeute
pour empêcher la réunion d'un banquet où l'on devait manger
de la viande de cheval. Eh bien ! en 1854, il en a été vendu
000 livres en 15 jours, et l'on évalue à 10 000 le nombre
des habitants qui consomment habituellement de la viande
de cheval.

Cette viande ne se vend que 15 à 20 cent. la livre. Tous
ceux qui en ont mangé l'ont trouvée également bonne, soit
bouillie, soit rôtie. Le ragoût a le goût de viande de cerf. Le
beefsteck, la langue fumée, les saucissons, la cervelle, sont regardés
comme des morceaux délicats.

La note qui précède a paru à Lyon en mars 1855. Voici
un document plus récent qui constate les progrès faits en
Allemagne depuis cette époque. C'est une note que la *Société
protectrice de Munich* vient de publier, il y a peu de mois,
et qui a été traduite pour la *Société protectrice de Paris*,
par M. Richelot, secrétaire général de cette société :

La consommation de la viande de cheval augmente de plus

en plus à Vienne ; 8 nouvelles boucheries spéciales y ont été établies en 1855.

La consommation de la viande de cheval, introduite dans une grande partie de l'Europe, par les efforts de la Société de Munich, se propage de tous côtés. Les préjugés contre la chair de cet animal, le plus proprement tenu, et nourri des aliments les plus purs, disparaissent peu à peu.

A Nuremberg, M. Plattner, banquier, connu depuis longtemps par sa bienfaisance, a, d'accord avec le conseiller aulique Herner, créé une boucherie de viande de cheval. En ce moment, il y fait organiser des restaurants où l'on débitera de la viande de cheval, préparée de différentes manières, à 3 kr. (12 centimes) la portion. Un établissement semblable vient d'être fondé à Haidhausen par M. de Meckeln.

Il a été abattu à Nuremberg 166 chevaux en 1854, et 344 en 1855. Du reste, il existe des boucheries de viande de cheval dans toutes les parties du royaume de Bavière, ainsi que dans la ville de Munich et ses environs, et ces boucheries font leurs affaires.

Suivant un rapport officiel communiqué à la Société de Munich, de 1848 à 1855, le boucher Stamer a chaque année, en moyenne, abattu 100 chevaux ; le boucher Gruner, 60 chevaux ; le boucher Hartmann, 50 chevaux ; ce qui fait à peu près, en calculant 300 livres par cheval, un total de 477 000 livres de viande de cheval, consommées durant cette période dans un seul arrondissement. Que de tortures ont ainsi été épargnées aux vieux chevaux ! Que de spectacles démoralisants évités au peuple !

On lira encore avec intérêt, comme complément de cette note, les fragments suivants de rapports antérieurement faits à la *Société protectrice des animaux de Paris*, par M. Richelot, sur les Sociétés protectrices de Hambourg et de Vienne.

Voici d'abord un passage relatif à la société de Hambourg :

Comme toutes les sociétés protectrices, les barbaries dont les plus nobles animaux sont l'objet l'ont plus particulièrement émue ; comme la plupart des sociétés allemandes, elle a cru, en encourageant la consommation de la viande de cheval, trouver un sûr moyen d'épargner à cet animal de nombreux

ourments. Dans ces dernières années, elle achetait des chevaux maltraités, soit pour les vendre à des maîtres plus humains, soit pour les abattre et en débiter la dépouille. En 1853, lle a ainsi acheté 174 chevaux; mais sa mission à cet égard st bien réduite depuis que, sur sa demande, l'autorité a pernis, en 1854, l'établissement de plusieurs boucheries pour la iande de cheval. D'après le rapport de M. Warbourg, ces oucheries seraient déjà en pleine prospérité, et le préjugé ontre ce nouvel aliment aurait complétement disparu[1].

M. Castelli, président de la Société protectrice de Muich, confirme en ces termes les faits rapportés par I. Lortet :

A Vienne, en 1854, il a été abattu, dans 5 boucheries spéales, 1180 chevaux qui ont fourni, à un prix minime, 72 000 livres (264 325 kilogrammes) de bonne viande.

Presque tous nos journaux ont publié (1er juillet) l'arcle suivant, emprunté à la *Gazette autrichienne*, qui elleême l'avait extrait de documents émanés de la Société rotectrice de Vienne :

Depuis trois ans qu'on a commencé à vendre à Vienne de la ande de cheval, 12 bouchers ont abattu 4725 chevaux qui it fourni 1 902 000 livres de viande, distribuées à des nécesteux, en 3 804 000 portions d'une demi-livre.
Le produit de la viande, des peaux, des langues, des os et s sabots s'élève à 225 085 florins.

L'exemple de nos voisins nous autorise donc à demanr l'adoption, dans les principales villes de la France, de mesure économique que l'Allemagne s'applaudit d'avoir augurée.

Nous ajouterons seulement qu'il serait indispensable, ns le cas où l'autorisation serait accordée aux bouchers vendre au public la viande de cheval, d'organiser un rvice de surveillance, composé de vétérinaires, qui au-

1. *Bulletin de la société protectrice des animaux*, 2e année, 1856, 75.

raient pour mission de constater qu'aucun des chevaux abattus n'est atteint de *morve* ou de *farcin*, ces terribles maladies transmissibles du cheval à l'homme. La chair d'un cheval atteint de morve ou de farcin, et soumise à la cuisson, ne pourrait sans doute communiquer cette maladie aux personnes qui en feraient usage comme aliment, car la chaleur détruit, au sein des tissus, les principes morbifiques. Mais les individus qui seraient obligés, par état, de manier cette viande, tels que les bouchers, les hommes employés dans les abattoirs à dépecer les animaux, et les cuisiniers mêmes, seraient exposés à de graves dangers, cette affection terrible pouvant, comme nous l'avons dit, se communiquer du cheval à l'homme. Mais avec un service de surveillance, il sera toujours facile de rejeter de la consommation un animal atteint de cette maladie.

Ces précautions prises, la consommation publique de la viande de cheval ne saurait offrir le moindre inconvénient, et nous ne saurions mieux terminer qu'en citant les termes dans lesquels M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire demande l'adoption de cette mesure.

Il est inévitable, dit le savant naturaliste, que ce qui a eu lieu chez nos voisins se renouvelle chez nous. Quelques acheteurs se présenteront d'abord, amenés par l'attrait du bon marché ou à titre d'expérience; puis, l'exemple donné, un plus grand nombre, et bientôt la multitude de ceux pour qui l'économie est une nécessité de tous les jours, c'est-à-dire l'immense majorité de la classe ouvrière. Plusieurs kilogrammes au prix d'un seul, c'est pour des millions de Français la possibilité de manger presque quotidiennement de la viande, au lieu d'une fois par semaine, comme dans nos villes, ou toutes les semaines, au lieu de tous les mois ou moins encore, comme dans nos campagnes; et de tels bienfaits sont trop faciles à apprécier pour que chacun ne les veuille pas pour lui-même dès qu'il les voit chez son voisin. Que l'administration se décide donc à faire le premier pas; le reste se fera ensuite de lui-même, et le préjugé contre la viande de cheval ira rejoindre le préjugé

contre la pomme de terre, sur la longue liste des erreurs et des maux dont le progrès des lumières a affranchi le genre humain.

Puisqu'il est reconnu qu'un aliment salubre, fortifiant, économique, se perd en France par millions de kilogrammes, et qu'il existe, sur le même sol, des millions d'individus n'ayant qu'une nourriture insuffisante, et dont l'intelligence et le moral s'altèrent nécessairement par suite de leurs mauvaises conditions alimentaires, il faut se hâter de mettre à leur disposition cette ressource précieuse, et encourager de toutes manières ce qui aurait pour résultat d'en répandre l'usage parmi les autres peuples de l'Europe.

Si elle avait été mise en possession de cet aliment, l'Irlande n'aurait peut-être pas offert au monde le spectacle navrant de tout un peuple arraché par la faim à la terre de ses ancêtres.

VIII

LES INONDATIONS EN 1856.

L'année 1856 laissera en France de néfastes souvenirs. Des inondations terribles ont ravagé un nombre immense de nos contrées, semant la destruction sur leur passage. Ce serait sortir du cadre de ce livre que de donner l'indication détaillée des innombrables localités atteintes par les eaux par suite des débordements du Rhône, de la Loire et de leurs divers affluents. Mais ce qu'il importe de consigner ici avec le plus grand soin, c'est l'exposé des diverses études auxquelles la science s'est livrée à cette occasion, pour rechercher la cause de ces funestes désastres, et pour s'efforcer d'en prévenir le retour. Nous allons en conséquence présenter une analyse étendue des principaux travaux ou mémoires scientifiques qui ont été publiés en 1856, sur les causes des inondations et les moyens d'en prévenir le retour.

Les travaux qui ont été les plus remarqués et qui méritaient, en effet, d'attirer plus particulièrement l'attention publique, sont les suivants :

1° Un Mémoire de M. le commandant Rozet, sur la cause de la formation des torrents, et sur les travaux à exécuter aux sources des fleuves pour empêcher ces cours d'eau de devenir des torrents dévastateurs.

2° Un Mémoire de M. Dausse, inspecteur des ponts et chaussées, où l'auteur fait ressortir avec une grande force l'insuffisance et les dangers de l'endiguement des fleuves.

3° Une note de M. Vallée, inspecteur en retraite des ponts et chaussées, sur un moyen de prévenir les inondations dans la vallée du Rhône au moyen d'un grand barrage destiné à retenir les eaux de ce fleuve dans le lac de Genève.

Nos savants se sont encore occupés d'étudier l'influence du déboisement ou du gazonnement des montagnes, sinon pour prévenir les inondations, du moins pour en atténuer les effets. Nous ferons connaître les vues émises à ce sujet par M. de Gasparin, M. Tchihatchef, M. Lambot-Miraval, etc.

Enfin, comme couronnement de ces diverses études, nous citerons, avec les commentaires qu'elle exige, la lettre publiée dans le *Moniteur*, et signée du nom du souverain de la France, dans laquelle les vues précédemment émises par les savants sont adoptées et revêtues d'une consécration solennelle.

1

Mémoire de M. Rozet.

Le Mémoire que M. le commandant Rozet lut à l'Académie des sciences, dans la séance du 26 mai, prenait un intérêt de triste actualité en présence des désastres qui, dans ce moment même, accablaient plusieurs contrées de la France. Ce travail se rapporte aux *moyens de forcer les torrents des Alpes à rendre à l'agriculture une grande partie du sol qu'ils ravagent aujourd'hui.* Les études de M. Rozet ont été commencées en 1843, dans les Alpes dauphinoises, et poursuivies en 1851 et 1852 dans les hautes et Basses-Alpes. C'est donc surtout à ces contrées que s'appliquent les moyens indiqués dans son Mémoire, bien qu'ils soient susceptibles, comme nous le dirons plus loin, de s'approprier aussi à d'autres parties du territoire de l'Europe.

Les moyens proposés par M. Rozet pour prévenir les ravages causés par les torrents qui descendent des Alpes, reposent sur une étude attentive des conditions géologiques qui, en général, provoquent l'établissement et l'existence d'un torrent.

D'après M. Rozet, les grands torrents prennent généralement naissance dans des *cirques*, sur le fond desquels il existe toujours une quantité de débris pierreux tombés des escarpements. Ce sont ces débris emportés par les eaux qui vont ravager le sol des vallées.

Les parois des cirques sont sillonnées par de nombreux ravins qui viennent aboutir à un canal creusé dans le fond, qui sort du cirque par une gorge étroite comprise entre des rochers escarpés. L'ensemble de toutes les surfaces qui versent leurs eaux dans un cirque, et ce cirque lui-même, se nomment *bassin de réception*. On appelle *canal de réception* celui du fond du cirque dans lequel viennent se réunir les eaux et les pierres; *lit de déjection*, un espace plus ou moins étendu au sortir de la gorge du cirque, sur lequel le torrent dépose en éventail une partie des matériaux qu'il charrie; enfin, *lit d'écoulement*, l'espace compris entre la fin du lit de déjection et la rivière. Sur chaque côté d'une rivière un peu considérable, il existe un certain nombre de torrents présentant chacun toutes ces parties.

Le lit d'une rivière dans les montagnes présente une suite d'étranglements et de renflements. Les étranglements sont des canaux étroits, souvent compris entre des rochers très-élevés, qui s'écartent en s'élevant. Les renflements offrent de grandes plages couvertes de cailloux et de quelques dépôts limoneux. Dans ces plages, la rivière suit rarement un canal unique : elle se divise ordinairement en plusieurs branches.

Dans les vallées des Alpes, pendant les chaleurs de l'été, les plages caillouteuses sont presque à sec ; on n'y

voit que de minces filets d'eau, qui n'empêchent pas le piéton de passer; les grandes rivières elles-mêmes, la Durance, le Drac, le Verdon, etc., laissent alors à découvert une grande étendue de terrain, qu'elles inondent à la première grande pluie.

Lors de la fonte des neiges et des pluies ordinaires, les eaux, se rendant d'une manière continue dans le canal de réception, s'y divisent en filets à travers les débris qui l'encombrent et dont elles n'emportent qu'une petite quantité. Mais, comme une rivière un peu étendue reçoit les eaux d'un grand nombre de torrents, il se trouve encore une assez grande quantité de cailloux dans son lit.

Dans les orages il tombe subitement, souvent en moins d'une heure, une grande quantité d'eau dans le bassin de réception; cette eau, accumulée dans le cirque, dont la gorge étroite retarde son écoulement, forme une masse d'une grande épaisseur, dont la poussée entraîne les débris pierreux qui sortent, mêlés d'eau et de boue, par la gorge, avec une grande vitesse. En s'étalant sur le lit de déjection, le liquide dépose une partie des matériaux qu'il charrie, et emporte le reste dans la rivière, dont le niveau s'élève alors subitement.

Cette explication donnée par M. Rozet, du mode de formation des torrents, est indispensable à l'intelligence des moyens qu'il propose pour prévenir leur production dans les Alpes. La constitution générale des Alpes présente, en effet, des roches marneuses à la partie inférieure, et des roches solides au-dessus. Or, il est clair qu'il ne doit exister de torrents que dans les endroits où les talus marneux sont à découvert sur une grande élévation, et qu'en facilitant l'empierrement de ces talus on attaquera véritablement le mal à sa source. C'est, du reste, ce dont il est facile de se convaincre en parcourant la vallée d'une rivière alimentée par des torrents : ceux-ci n'existent jamais sur les points où le pied des escarpements calcaires descend

près du fond de la vallée, ni dans les endroits où les talus marneux sont entièrement recouverts de pierrailles.

Il résulte de là que, pour prévenir la formation des torrents des Alpes, il serait indispensable, selon M. Rozet, d'exécuter des travaux dans toute l'étendue du bassin de la rivière.

Les digues employées jusqu'à présent ont à résister à des forces d'autant plus considérables qu'elles se trouvent plus loin de l'origine première des eaux. En commençant par les établir vers la source, on détruira donc progressivement la vitesse de l'eau jusqu'aux renflements des vallées, où on peut la forcer de s'étendre en nappes, et de fertiliser la plus grande partie du terrain qu'elle dévastait précédemment. Après avoir déposé un limon fertilisant, mélangé de quelques pierrailles, cette eau s'écoulerait ensuite sur la part qu'on lui aurait abandonnée, en s'y creusant un lit qui s'approfondirait, d'un autre côté, par l'élévation des terrains conquis. D'après les expériences faites par M. Rozet, cette élévation seule sera assez rapide pour qu'en moins de deux ans, le terrain ne soit déjà plus inondé que dans les fortes crues, celles qui viennent à la suite des grands orages.

Dans la troisième partie de son mémoire, M. Rozet s'occupe des moyens pratiques propres à faciliter l'exécution des travaux qu'il propose. Il fait connaître, dans la dernière partie, les devis approximatifs de quelques entreprises semblables. Dans le terrain dévasté par la Bléonne, près de Digne, à l'aide d'une dépense totale de 2625 fr., on préserverait, selon M. Rozet, un terrain d'une surface de 20 hectares, ce qui mettrait à 116 francs le prix de revient de l'hectare conquis. Or, le terrain cultivé contigu à la plage caillouteuse, s'y vend plus de 1500 fr. l'hectare.

Les travaux que M. Rozet propose d'entreprendre sont d'une exécution facile, mais ils ne peuvent être donnés qu'à une entreprise commerciale, car il ne faut guère

compter sur la réunion des propriétaires intéressés. La compagnie, d'après l'estimation de M. Rozet, devrait disposer de 2 millions et jouir du bénéfice de la loi d'expropriation pour cause d'utilité publique. Pour diriger les travaux, il suffirait d'un conducteur ou deux par chaque rivière.

Lorsqu'on considère que, dans les Alpes, l'étendue des bassins de réception des eaux torrentielles occupe plusieurs lieues carrées, et que, par des travaux effectués à la source, il serait possible d'y retenir l'eau pendant un temps vingt fois plus long qu'aujourd'hui, on reconnaît que les moyens proposés par M. Rozet sont d'une haute importance pour les pays situés dans le voisinage du bassin des Alpes.

Comme nous l'avons fait remarquer en commençant, le mémoire de M. Rozet, basé sur des recherches faites dans les Alpes il y a plusieurs années, n'a pas été composé ɜn vue des inondations qui ont désolé la France; mais es mêmes moyens peuvent s'appliquer à prévenir ces nalheurs dans nos contrés. M. Rozet a bien voulu, à notre ɪrière, écrire à ce sujet la note suivante, que nous avons té heureux de publier dans *la Presse*, car, portant la date u 7 juin 1856, elle représente le premier résultat des forts de la science pour combattre le terrible fléau qui a ccasionné tant de désastres dans notre pays.

Les fleuves et les grandes rivières, disait dans cette note . le commandant Rozet, la Seine, la Loire, le Rhône, la ône, l'Isère, etc., dont les inondations viennent de dévaster villes qu'ils traversent, partent de montagnes, où ils ont ırs sources dans des cirques fort étendus; ils ont souvent ıs de deux lieues de circuit dans les Alpes. Il en est de même principaux affluents de ces cours d'eau qui reçoivent, les s et les autres, un grand nombre de cours secondaires pen-ıt leur trajet dans les montagnes. L'eau qui, pendant un ge, tombe sur la surface de tout le bassin de réception,

vient se réunir dans le cirque d'où sort chaque cours d'eau, sur le fond duquel elle s'accumule jusqu'à une hauteur proportionnelle à la quantité d'eau tombée, et en raison inverse de la largeur de la gorge qui fait communiquer le cirque avec la vallée. Cette eau, frottant à la partie inférieure sur le terrain et les obstacles de pierre du fond du cirque, dont elle entraîne une partie, donne dans le bas avec une vitesse beaucoup moindre que dans le haut, en sorte que la masse sort du cirque en tombant sur elle-même comme une avalanche de neige, et dans un temps d'autant plus court que la pluie est plus abondante. Le même effet se produisant dans chaque cirque des affluents d'une rivière, y apporte une quantité d'eau qui en élève subitement le niveau de plusieurs mètres dans les montagnes, et la force à déborder sur les rives.

Il est clair que les digues criblantes que nous proposons d'établir dans la gorge de chaque cirque, précipitant une partie des roches des escarpements dans cette gorge, ainsi que dans celle des étranglements des vallées, aurait pour premier résultat de retarder considérablement l'écoulement des eaux, qui seraient obligées de se diviser en petites parties pour passer à travers les interstices que les blocs de roches ou les digues criblantes laissent entre eux, et de s'élever verticalement pour passer par-dessus quand il en arrive trop ; et que ces digues empêcheraient ainsi l'irruption subite des eaux dans le lit du fleuve, et par suite les inondations. On peut arriver, grâce aux travaux que nous proposons d'exécuter, à faire que l'eau qui s'écoule maintenant d'un bassin de réception dans une heure, mette dix heures à produire cet effet. Il en résultera évidemment que son élévation dans le lit ne sera plus que le dixième de ce qu'elle est dans l'ordre actuel des choses. Ainsi, une crue qui est maintenant de 5 mètres, sera réduite à 5 décimètres. On parviendrait donc, par l'emploi des moyens que nous proposons, à empêcher les grandes inondations qui dévastent, tous les ans tant de contrées.

Maintenant que nous allons jouir des bienfaits de la paix, il serait à désirer que le gouvernement employât une partie de l'armée à ces travaux, dans les montagnes où nos fleuves et nos grandes rivières prennent leur source.

Dans le mémoire dont nous venons de donner l'analyse, M. Rozet proposait, comme on vient de le voir, de prévenir les inondations au moyen de travaux effectués à la source

des fleuves, et en particulier à l'aide de masses de rochers jetées dans le cours des ruisseaux, ou ce qu'il nomme les *digues criblantes*. M. Rozet condamnait donc implicitement, mais d'une manière absolue, le système de digues actuellement employées. C'est à ce système qu'il attribue les effets désastreux des dernières inondations. C'est, en effet, uniquement sur les points où les digues ont été emportées par la puissance des eaux, que l'on a remarqué de terribles effets de destruction, la chute des murs, le renversement des maisons et des édifices. Et fait étonnant! presque tous les travaux entrepris sur les rives de la Loire et du Rhône, pour diminuer l'effet destructeur des inondations, ont eu pour résultat de l'augmenter, ou, du moins, de porter le mal d'un point sur un autre, en l'aggravant presque toujours.

Pour confirmer les faits exposés dans son mémoire, M. Rozet alla visiter la vallée de la Loire, afin d'étudier sur les lieux, théâtre de ces désastres, les effets produits par la rupture des digues. Dans une lecture faite le 23 juin à l'Académie des sciences, M. Rozet donna une description de ce qu'il a constaté, et ses observations confirment entièrement les faits qu'il avait précédemment avancés relativement aux dangers que présentent les digues telles qu'on les a construites jusqu'ici.

Dans la crue des premiers jours de juin, les eaux de la Loire s'étaient tellement élevées en soixante-douze heures, qu'elles avaient souvent passé par-dessus les digues chargées de les contenir. Ces digues ayant crevé en plusieurs endroits sous l'énorme pression de l'eau, celle-ci s'est alors précipitée par les brèches, en roulant comme une avalanche, et emportant tout ce qui se trouvait sur son passage, murs, maisons et même des châteaux solidement construits.

La première brèche visitée par M. Rozet a été celle d'Onzain, en face la station du chemin de fer. Il en est

sorti un énorme *cône de déjection*, formé de pierres, de graviers et de sables, qui s'étendait jusqu'au delà des bâtiments de la station. Or, chose remarquable, à l'ouest de ce cône, un petit bois taillis, dont les plants n'ont que 3 mètres de haut, a suffi pour arrêter les graviers, qui ne l'ont pas envahi sur une largeur de plus de 20 mètres. Le cône de déjection, en suivant deux lisières de bois perpendiculaires, s'est étendu fort loin au nord et à l'ouest. Dans le bois, il s'est formé un dépôt de limon ayant plus d'un décimètre d'épaisseur. De l'autre côté, une vigne a aussi arrêté les graviers, et ses ceps ont été recouverts d'un dépôt limoneux presque aussi profond que celui du bois. Les graviers et les sables sont venus se déposer contre les haies du chemin de fer, qui n'ont pas un mètre de haut, en formant une longue bande dans le courant.

A Amboise, une immense brèche s'est ouverte en face encore de la station du chemin de fer; le flot qui l'a traversée a emporté plus de vingt maisons qui avoisinaient la gare, fait crouler plusieurs bâtiments de celle-ci, détruit la voie en l'affouillant sur une grande longueur et en se creusant un lit profond que l'on ne pourra peut-être jamais dessécher. Ici le cône de déjection est immense : il se compose de pierres, de débris de murailles, de graviers et de sables, sur une longueur de plus de 400 mètres. A côté de ce débris se trouvent encore des vignes et des jardins bordés de haies, recouverts d'un dépôt de limon, et dans l'intérieur desquels des maisons sont restées debout.

Près le pont de Mont-Louis, une vaste brèche s'est ouverte dans la digue de la Loire ; et, de ce côté, les cultures ont été enfouies sous une masse de pierres, de graviers et de sables.

A Saint-Pierre des Corps, à l'embouchure du canal qui joint le Cher et la Loire, l'eau passant sous le pont, après

avoir affouillé les culées, a pratiqué une large brèche. Arrêtée par la première écluse, qui était fermée, elle s'éleva ensuite rapidement entre les deux digues. Une masse de travailleurs jetait alors des pierres, des troncs d'arbres, des sacs de chaux hydraulique, le long de la digue occidentale, dont la destruction eût entraîné celle de Tours. Malgré tous les efforts, cette digue croulait, lorsque, avec un fracas épouvantable, celle de l'est céda, donnant passage à une montagne d'eau qui se précipita sur le village, dont elle emporta dix maisons. Le courant, amorti par les haies des jardins, inonda les autres maisons jusqu'aux toits, sans les renverser. Suivant alors la berge du canal, l'eau s'étendit dans la plaine jusqu'à la chaussée du chemin de fer d'Orléans. Mais là, rencontrant celle du Cher, qui avait passé sur la brèche de Roche-Pinard, un exhaussement considérable eut lieu; les deux ondes réunies débordèrent la levée du canal; celui-ci fut subitement comblé, et la berge occidentale, couverte dans toute sa longueur, fut crevée en deux endroits. Tout a été rasé en face de ces deux brèches, que couvrent maintenant des amas de graviers sous lesquels les cultures ont disparu.

Ici encore, de simples haies d'aubépines, qui n'ont pas 2 mètres de hauteur, ont préservé des maisons.

La Loire et le Cher réunis ont couvert la plaine depuis le canal jusqu'à la route de Bordeaux. Toute la belle gare de Tours était inondée jusqu'à 3 mètres de hauteur, et l'eau pénétrait dans la ville par plusieurs issues. Quand les murs s'opposaient à son passage, elle s'élevait contre ces murs, les renversait et anéantissait les maisons placées derrière. C'est ainsi que les maisons du faubourg Saint-Étienne ont été emportées. Deux ont été tellement affouillées, qu'il n'existe plus à leur place que de profondes excavations remplies d'une eau noire et infecte.

La levée du Grand-Mont ayant résisté à la fureur du flot, celui-ci est allé se précipiter sous l'arcade du che-

min de fer de Nantes; en affouillant les culées, il a brisé le pont en plusieurs morceaux, et c'est ouvert un passage de 80 mètres de large, pour aller dévaster la plaine de Saint-Sauveur et le faubourg de Saint-Éloi, après avoir détruit le chemin de fer sur une grande longueur.

Toutes les constructions qui existaient devant cette brèche ont été emportées. Mais, à 100 mètres au-dessous, une petite pépinière, comprise entre le chemin de fer et son treillage, et qui n'était environnée que d'une haie d'un mètre seulement de haut, a détourné les graviers, qui se sont jetés sur la droite en décrivant une courbe. Il s'est formé, dans son intérieur, un abondant dépôt de limon, et une cabane en bois qui s'y trouvait a été préservée. Au-dessous des haies de jardins ont encore sauvé les maisons, qui ont bien été inondées jusqu'aux toits, mais qui n'ont point été affouillées.

Sur la levée de la route de Chinon, entre le pont Saint-Sauveur et celui de Pont-Cher, des peupliers qui ont 4 et 5 décimètres de diamètre, plantés sur le bord oriental de cette levée, ont tellement préservé ce bord de la destruction, en déterminant des remous, que l'herbe n'a pas même été enlevée. Du côté opposé, l'eau se précipitant d'une hauteur de 4 mètres, la levée a été fortement excavée, et les maisons qui se trouvaient au-dessous, en partie détruites.

M. Rozet fait remarquer combien ces obstacles, qui ont produit de si grands effets, c'est-à-dire des haies, de simples treillages, etc., qui ont suffi, dans la vallée de la Loire, pour rompre la violence des eaux, sont inférieurs aux blocs et aux piliers de pierres qu'il propose d'établir le long des torrents, pour en prévenir les dégâts. Des digues criblantes, faites dans les gorges des bassins de réception et dans les principaux étranglements des vallées, empêcheraient l'eau de s'élever subitement dans le lit en

aval. Ces moyens pourraient donc, non-seulement prévenir les grandes crues, mais aussi diminuer les dégâts qu'elles causent aujourd'hui dans les plaines.

Il n'y a eu de grands désastres, dans la vallée de la Loire, que sur les points où les digues ont crevé. A Savonnière, à Villandry, à la Chapelle-sur-Loire, où plus de cent maisons ont été rasées, et jusqu'à Nantes, ces désastres proviennent de la même cause, c'est-à-dire du système d'endiguement employé depuis tant de siècles, et qui doit aujourd'hui être abandonné sans retour.

J'affirme, dit en terminant M. Rozet, qu'en appliquant à la Loire les moyens que j'ai eu l'honneur de proposer à l'Académie, on préserverait ses rives des grandes inondations, et qu'on la rendrait navigable pendant toute l'année sur des points que de légers bateaux ne peuvent pas, aujourd'hui franchir, pendant l'été. De plus, ils permettraient de cultiver une assez grande partie du sol compris entre les digues, aussi bien que celui dévasté, dans les montagnes, par le fleuve et ses affluents. Cette culture suffirait enfin pour payer au delà toutes les dépenses qu'entraîneraient ces travaux.

On trouve, dans les *Mémoires de Saint-Simon*, un passage relatif aux inondations de la Loire qui nous paraît très en harmonie avec l'idée de M. le commandant Rozet, de jeter sur le cours des fleuves, surtout à leur point d'origine, des masses de rochers capables, en gênant le cours de l'eau, d'arrêter la rapidité de son écoulement, de retarder son arrivée dans le lit des rivières, et conséquemment de porter obstacle aux inondations. Voici ce curieux passage de Saint-Simon, où il est dit qu'il existait autrefois des rochers dans la Loire, au-dessus de Roanne, et que les inondations datent de l'époque où ces rochers furent enlevés.

L'année marine (1707) finit, dit Saint-Simon, par une tempête terrible sur les côtes de Hollande, qui fit périr beaucoup de vaisseaux au Texel, et submergea beaucoup de pays et

de villages. La France eut aussi sa part du fléau des eaux : la Loire se déborda d'une manière jusqu'alors inouïe, rompit les levées, inonda et ensabla beaucoup de pays, entraîna des villages, noya beaucoup de monde et une infinité de bétail, et fit pour plus de 8 millions de dommages. C'est une obligation de plus qu'on eut à M. de La Feuillade, qui, du plus au moins, s'est perpétuée depuis.

La nature, plus sage que les hommes, ou pour parler plus juste, son auteur, avait posé des rochers au-dessus de Roanne, dans la Loire, qui en empêchaient la navigation jusqu'à ce lieu, qui est le principal du duché de M. de La Feuillade. Son père, tenté du profit de cette navigation, les avait voulu faire sauter. Orléans, Blois, Tours, en un mot tout ce qui est sur le cours de la Loire, s'y opposa. Ils représentèrent le danger des inondations : ils furent écoutés ; et quoique M. de La Feuillade alors fût un favori et fort bien avec M. Colbert, il fut réglé qu'il ne serait rien innové et qu'on ne toucherait point à ces rochers. Son fils, par Chamillart son beau-père, eut plus de crédit. Sans écouter personne, il y fut procédé par voie de fait; on fit sauter les rochers, et on rendit la navigation libre en faveur de M. de La Feuillade. Les inondations qu'ils arrêtaient se sont débordées depuis avec une perte immense pour le roi et pour les particuliers. La cause en a été reconnue après, mais elle s'est trouvée irréparable[1].

Ces lignes nous semblent confirmer les idées de M. Rozet, concernant les moyens de prévenir les inondations par des masses de rochers jetées à la source des fleuves. Si, en effet, comme le dit Saint-Simon, il existait des rochers dans la Loire, au-dessus de Roanne, et si c'est depuis l'enlèvement de ces rochers que les inondations qu'ils arrêtaient se sont manifestées avec un mouvement périodique de plus en plus marqué, ne semble-t-il pas qu'en reproduisant artificiellement sur toutes les rivières les moyens que la nature avait réalisés dans le lit de la Loire, on pourrait prévenir les effets de l'accumulation trop prompte de l'eau dans les rivières et les fleuves ?

1. *Mémoires de Saint-Simon*, édit. Hachette, in-8, t. VI, p. 85.

2

Mémoire de M. Dausse sur l'insuffisance et les dangers de l'endiguement des fleuves.

M. Rozet, qui faisait, comme on le voit, une rude guerre aux travaux des ponts et chaussées et aux digues dont cette administration a encaissé nos principaux fleuves, a trouvé un appui, un secours efficace et non suspect, dans l'opinion d'un membre éminent de cette administration. M. Dausse, ingénieur en chef des ponts et chaussées, chargé de la statistique de nos rivières, et, depuis trente ans, mêlé à tout ce qui s'est fait, en France, concernant le régime des eaux, s'est élevé fortement contre le système de digues, prétendues *insubmersibles*, adopté par nos ingénieurs. Il a montré toute l'inutilité, tous les dangers de ces digues, dans un travail qui fut présenté par lui, le 16 juin, au conseil général des ponts et chaussées. Un résumé de ce travail fut lu par M. Dausse, le 30 juin, à l'Académie des sciences.

L'importance de ce document, la haute autorité de son auteur, la vérité frappante des assertions qu'il renferme, tout le recommande à l'attention publique. Le mémoire de M. Dausse mérite d'être cité en entier, en raison des excellentes recommandations pratiques qu'il renferme, et de l'influence qu'il ne manquera pas d'exercer sur la direction des travaux de nos ingénieurs, en ce qui concerne la construction future des digues sur le parcours de nos fleuves et de nos rivières. Nous allons donc le reproduire ici textuellement.

Ces inondations surprenantes, dit le savant hydrographe, qui se répètent depuis 1840, et causent de si grandes et de si douloureuses pertes, provoquent naturellement la question de savoir si la science ne peut pas conjurer ce fléau dans l'avenir, et d'abord si l'on est bien dans la voie pour cela.

On construit beaucoup de digues nouvelles, on en entretient, on en relève d'anciennes plus étendues encore, le tout, comme on sait, à grands frais pour l'État et les riverains; mais après avoir de la sorte préservé nos vallées et nos villes, voici que des crues de plus en plus hautes surpassent toutes ces digues dites *insubmersibles* (c'est le nom usuel, consacré, de celles que j'ai en vue) et commettent, à proportion même de la saillie des digues, de plus grands ravages.

Non-seulement nul ne proteste contre la qualification qui vient d'être rappelée, mais de vastes projets, récemment adoptés, s'exécutent sous nos yeux suivant ce système de plus en plus dominant et toujours ainsi désigné.

Et aujourd'hui encore, quelle leçon sortira des événements?... En refaisant à la hâte les digues emportées, ne va-t-on pas, sur ces points et partout ailleurs, les exhausser de nouveau, et peut-être, au demeurant, après bien des discussions éphémères, en rester là?

C'est du moins ainsi qu'on s'est engagé toujours davantage dans ce système des digues ou levées soi-disant insubmersibles, qu'il est temps, je crois, d'accuser d'être illusoire, ruineux et funeste,

Oubliant la portée des mots, on ne prend pas garde qu'on encourage par celui qui désigne expressément le système dont il s'agit ici, les constructions qui se multiplient dans nos vallées endiguées. On fait d'ailleurs soi-même, dans celles surtout où la plupart des crues nuiraient encore aux récoltes, non plus par débordement sur les digues, mais par infiltration en dessous, de grands canaux d'assainissement qui supposent, en effet, l'insubmersibilité des digues; car ils seraient autrement un nouveau lit tout préparé pour la rivière à son premier débordement imprévu, nouveau lit qu'elle pourrait bien, l'élargissant et l'achevant en vingt-quatre heures, s'approprier et garder.

C'est assez dire qu'il y a sur ce point un examen radical à faire, et qu'avant d'aller si loin, d'urgence en urgence, dans le malheureux système de l'endiguement excessif des rivières, on eût bien dû se demander s'il y a une limite assignable à leurs plus grandes crues : question première et capitale, quoique des plus simples, et que pourtant je puis dire en toute sincérité n'avoir jamais vu poser par personne.

Considérons celle de nos rivières qu'on a le plus longtemps observée : la Seine, à Paris.

La plus grande crue qu'elle présente depuis qu'on note

chaque jour sa hauteur, c'est-à-dire depuis 1777 ou près de quatre-vingts ans, est la crue du 3 janvier 1802, qui monta à 7m,45 à l'hydromètre du pont de la Tournelle, auquel les hauteurs dont il s'agit ont toujours été prises.

La moyenne des 80 maxima annuels, ou la crue moyenne, n'est que de 4m,56; elle est donc de beaucoup (de près de 3 mètres) inférieure à la crue de 1802.

Mais il y a eu dans le passé des crues bien plus hautes. En effet, celle du 25 décembre 1740 est montée à 7m,30; celle du 1er mars 1658, jusqu'à 8m,80, et la plus grande dont on ait conservé la mesure, celle du 11 juillet 1615, plus haut encore de 0m,24, ou jusqu'à 9m, 04 : hauteur qui va, comme on voit, à peu près au double de la crue moyenne.

Une telle crue donne : 1m,05 d'eau sur la place de l'Hôtel-de-Ville; 1m,05 sur la place du Palais-Royal; 1m,33 sur la place de la Concorde, à l'entrée de la rue Royale; 2 mètres au commencement du Cours la Reine (Champs-Élysées); 3m,25 près la petite entrée du Corps législatif, par la rue de Bourgogne; 2m,90 entre les palais de la Légion d'honneur et de la cour des Comptes, rue Bellechasse; 2m,80 devant le milieu du palais du Conseil d'État, rue de Poitiers; 1m,77 rue du Bac, à l'angle de la rue de Lille et à l'angle de la rue de l'Université; 2m,12 à l'angle des rues Bonaparte et Jacob; 2m,79 à l'angle des rues de Seine et des Marais : 0m 76 sur le seuil de la porte de l'Institut donnant sur le quai.

Ma statistique des rivières de France, dont l'Académie a daigné couronner les premiers essais en 1840, et qui toucherait à son terme si je n'éprouvais d'indicibles difficultés à faire les vérifications et corrections qu'elle exige, montre que sur toutes les rivières et sur tous les points de leur cours, un fait pareil à celui qui vient d'être cité pour la Seine a été constaté, c'est-à-dire que partout on a vu des crues presque sans rapport avec les états ordinaires des rivières.

Sans doute, ces crues démesurées sont rares, mais il n'en est pas moins vrai que nul ne sait la cause ou la loi de leur apparition. L'Isère en a eu cinq dans le XVIIIe siècle : en 1711, 1733, 1740, 1764 et 1778. Dans notre siècle elle a présenté deux crues, sinon aussi fortes, du moins encore trop mémorables : en 1816 et tout récemment. La crue de 1816 est montée à Grenoble, à 3m,70; celle de 1856 vient de s'élever à 3m,80. Mais la crue de 1778 alla à 5m,10 et donna un 1m 70 d'eau à l'entrée de l'hôpital. Dans d'autres quartiers, il y en eut davantage.

La crue moyenne n'est que de $2^m,40$.

Ces quelques faits posés, je demande pourquoi nous ne reverrions pas, sur l'Isère, des crues aussi hautes ou même plus hautes que celles de 1778, et sur la Seine dans quelques jours peut-être, une crue égale ou supérieure à celle du 11 juillet 1615.

Le climat n'a pas changé, que l'on sache, et le débouché naturel de la plupart des rivières a été restreint [1]. Pour l'Isère, en particulier, outre son resserrement local par plusieurs ponts, elle en a subi un presque ininterrompu sur plus de 15 lieues de longueur, rien qu'en amont de Grenoble (tant en Savoie qu'en France), par son endiguement général ; en sorte que, au lieu d'une plaine immense où elle faisait lac au moindre accroissement des eaux, elle n'a plus, entre d'énormes levées, qu'un canal étroit, dans lequel ses crues regagnent nécessairement en élévation et en vitesse ce qu'elles ont perdu en largeur.

D'ailleurs d'où proviennent les grandes crues qui nous occupent ?

De pluies abondantes qui se prolongent et embrassent tout un vaste bassin, et auxquelles se joignent parfois de rapides fontes de neige, pluies et fontes de neige qui résultent elles-mêmes de certains vents dont personne n'oserait affirmer que la durée ait été la plus longue possible, lors des crues les plus hautes qu'on ait observées.

En juillet 1851, un vent de sud-ouest apporta, quarante-huit heures durant, contre les cimes calcaires voisines de la Grande-Chartreuse, un air humide et tiède venant d'Afrique et ayant rasé la Méditerranée : le refroidissement que cette masse d'air, qui se renouvelait sans cesse, éprouvait à la rencontre de ces montagnes, les plus hautes et conséquemment les plus froides qu'elle eût trouvées jusque-là sur sa route à travers notre continent, produisait une précipitation d'eau si abondante, que ce n'étaient plus des gouttes grosses et pressées qu'on voyait tomber, mais de véritables filets d'eau continus....

1. Surtout par un grand nombre de ponts d'une ouverture insuffisante et par les levées transversales, généralement pleines, qui forment leurs abords. On sait que le pont de la Guillotière, à Lyon, bâti au milieu du XIIIe siècle par le pape Innocent IV, a été réduit de nos jours de 18 à 11 arches, et son débouché de 367 à 255 mètre. Le débouché des 9 travées du pont récent de Charles X n'est mêmes que de 185 mètres, ou moitié de celui du pont d'Innocent IV.

Je ne rappelle pas les désastres qu'occasionna cette pluie torrentielle; seulement je fais observer que si le vent qui l'apportait eût persisté douze heures de plus, assurément nous eussions vu recommencer un véritable déluge, et cela sans qu'aucune loi physique connue s'y opposât le moins du monde. Mémorable exemple, d'où je tire une conséquence bien simple, et néanmoins inaperçue jusqu'ici ou complétement oubliée, quoique d'une immense importance : IL N'Y A PAS DE LIMITE ASSIGNABLE AUX GRANDES CRUES DE NOS RIVIÈRES ; partant les levées de la Loire comme celles du Rhône, du Pô et autres, ne sont point insubmersibles, comme on les suppose aveuglément toujours, et comme on a le tort de les nommer.

Je pourrais citer une vallée dans laquelle nos pères se contentaient de fixer les berges, et puis, à une plus ou moins grande distance de part et d'autre, d'élever des bourrelets de terre un peu au-dessus des crues ordinaires. Entre les bourrelets et les rives étaient les cultures qui craignent le moins une immersion passagère; derrière les bourrelets, les cultures plus délicates. Les grandes crues, qui sont les plus chargées de limon, couvraient tout. Sans doute, elles avariaient quelquefois les récoltes, mais comme elles laissaient un engrais qui dispensait, les années suivantes, de fumer la terre inondée, les dommages causés par ces crues, une année sur dix ou sur vingt, se trouvaient plus que compensés.

Plus tard, poussé à relever les digues d'un cran de plus à chaque nouveau débordement, on en est venu à ne vouloir plus rien risquer du tout, c'est-à-dire, aux prétendues digues insubmersibles, avec ces canaux d'assainissement qui sont le complément et la perfection du système dans les cas les plus rebelles. Mais le prix de ces digues colossales et de ces canaux fait payer une seconde fois la terre, leur entretien est un impôt écrasant, il n'y a plus d'engrais naturel de temps à autre, et il y a parfois, comme aujourd'hui même, des ravages désastreux que le modeste système de nos pères eût évités.

Alors aussi les lits délaissés qu'on trouve dans toutes les vallées se comblaient peu à peu et finissaient par devenir cultivables, tandis qu'avec les digues insubmersibles ils demeurent d'éternels marais, en même temps que les terres basses et froides sont dans l'impossibilité de s'élever jamais.

Je pourrais citer, toujours dans la même vallée, une presqu'île que les crues ont colmatée d'elles-mêmes et exhaussée de près d'un mètre en cinquante ans, et qui, au lieu des joncs

et vernales qu'elle donnait uniquement autrefois, produit aujourd'hui des blés et des chanvres magnifiques, très-rarement atteints par les crues.

Dans la partie inférieure de la vallée du Rhône, l'espace compris entre la berge du fleuve et la haute levée qui couvre de vastes terrains, a un nom particulier, celui de sénogaux. Eh bien, ces sénogaux, rien que par l'effet du colmatage naturel, sont devenus beaucoup plus élevés que la plaine close, ils donnent de beaucoup plus riches récoltes, et le fonds se vend moitié plus et même deux fois plus que les fonds préservés. Ce fait, avec beaucoup d'autres non moins concluants, a été cité à l'Académie par l'un de ses membres les plus éminents, M. de Gasparin, dans un remarquable travail dont cette note n'est qu'un faible écho (*Comptes rendus*, séance du 22 janvier 1844).

Lors de l'avant-dernière inondation de la plaine d'Avignon, les propriétaires éperdus jetèrent les hauts cris et obtinrent de l'État d'abondants secours : ce qui ne les empêcha pas d'avoir, les années suivantes, sans autre engrais fourni à leurs terres que le limon laissé par le Rhône, de merveilleuses récoltes. La remarque est de M. l'inspecteur général Mallet.

Or, non-seulement les digues, dites insubmersibles, privent les vallées de ce limon, généralement très-fécond, que déposent les crues, mais lorsque ces digues sont rapprochées, ce que veulent les derniers progrès du système, elles augmentent extrêmement la hauteur des crues; et lorsqu'elles sont en même temps trop sinueuses, disposition qui leur a été longtemps imposée par principe, elles ont à essuyer, dans les grandes eaux, le choc de courants violents qui souvent les culbutent sans avoir besoin pour cela de les surmonter, Je m'abstiens des preuves encore patentes.

Dans l'ancien système, au contraire, les crues s'étendant sur toute la plaine, sont diminuées à proportion de sa largeur; et les cultures, les haies, les arbres, les chaussées transversales surtout, si l'on en construit comme le font les Égyptiens depuis de longs siècles, modèrent la vitesse de la nappe d'inondation, laquelle alors, loin de raviner le sol, le couvre d'un précieux sédiment.

Qu'on garde donc désormais les digues insubmersibles, en les faisant, autant que possible, véritablement telles, pour les villes, bourgs, villages malheureusement bâtis dans les lieux trop bas : il y va de la vie des hommes, il n'y a pas à balancer; mais, que pour les vallées elles-mêmes on se contente de

digues arrasées à la hauteur des berges, les fixant et les redressant convenablement, et réservant un lit ni trop étroit ni trop large; et puis qu'à une certaine distance de ce lit, la plus grande possible, on élève des bourrelets de terre un peu au-dessus des crues ordinaires; qu'on renonce, s'il le faut, à certaines cultures ou qu'on les restreigne aux terrains les moins exposés; s'il y a des affluents torrentiels qui risquent d'encombrer la rivière, qu'on ait grand soin d'allonger leur cours afin de les faire aboutir presque parallèlement à la rivière et avec une pente peu différente de la sienne, et qu'on les jette pour cela, autant qu'il se peut, dans les lits délaissés; que les redressements soient étudiés avec grand soin dans cette vue et non sans avoir longuement entendu les riverains, qui savent seuls une foule de faits dont il importe extrêmement de tenir compte et que jamais autrement on ne saurait tous prévoir.

Et puis enfin que, pour parer aux risques inévitables résultant des grandes crues, le gouvernement favorise la formation de compagnies d'assurance mutuelle. Rien de ce que l'homme possède ici-bas n'est à l'abri de toute chance, et il en est des récoltes qu'il attend de la terre comme de tous ses autres biens. S'évertuer contre une telle loi immuable et demander à la science de l'effacer, selon moi, c'est errer.

Dira-t-on que tout ceci peut être bon pour les vallées encore sans digues, mais que pour celles qui en ont, et au nombre desquelles sont les principales, c'est autre chose?

Je réponds qu'il faut d'abord, pour la vallée de la Loire, par exemple, conserver très-soigneusement le jeu de la digue de Pinay, qui, à chaque crue de la haute Loire, fait de la plaine du Forez comme un lac, et rechercher toutes les autres applications possibles de cet admirable palliatif.

Il faut voir les parties marécageuses ou basses, étendues et de moindre rapport, que peuvent présenter les plaines endiguées, et en faire des réservoirs, qu'on ouvrirait aux crues à certain moment.

Il faut en général, loin de se contenter d'une digue unique, les multiplier diversement, comme on le fait dans la vallée du Pô.

Il faut tâcher de réaliser la pensée de M. Élie de Beaumont, qui voudrait qu'on élargît le canal de Savière pour jeter les crues du Rhône supérieur dans le lac du Bourget.

Il faut voir si les Génevois voudront consentir à recevoir

dans leur limpide Léman, comme M. Vallée le leur demande, le torrent d'Arve, malgré ses eaux troubles et tous les cailloux qu'il entraîne.

Il faut chercher toutes les applications qu'on peut faire de l'idée de M. Rozet, de retarder le cours supérieur des affluents de nos fleuves, dans les défilés rocheux où la mine pourrait aisément entasser blocs sur blocs et obstruer ainsi leur passage.

Il faut rechercher les localités qui peuvent se prêter à des moyens quelconques de retenir ou ralentir les crues des cours d'eau qui les traversent.

Il faut surtout reboiser et gazonner, tant qu'on pourra, les terrains en pente et même le roc, comme on l'a entrepris, non sans succès, dans les Hautes-Alpes, parce que c'est là, sans nul doute, le plus général et le plus puissant de tous les palliatifs.

Mais il faut par-dessus tout, selon moi, peu à peu, en revenir au système économique, simple, raisonnable, que je viens de signaler, et se bien garder de recourir encore aux digues insubmersibles.

Et puis enfin, là où il n'y a pas moyen de mettre à couvert les habitations, il faut soigneusement proscrire les constructions peu solides, comme l'administration vient de le faire pour le pisé, dans la plaine basse auprès de Lyon. Il faut même examiner s'il ne conviendrait pas de renouveler ces habitations et de relever leur sol, comme l'ont fait les rois de l'antique Égypte pour des cités tout entières ; car là, bien qu'on n'eût jamais négligé de s'établir au-dessus des plus grandes crues du fleuve, le continuel exhaussement du lit et de la vallée annuellement inondée, rendit ce parti jusqu'à trois ou quatre fois nécessaire en trente ou quarante siècles.

Je me résume.

Depuis trente-six ans que je suis du métier, je n'ai jamais vu faire cette remarque, pourtant bien importante et bien simple, que LES GRANDES CRUES DE NOS RIVIÈRES N'ONT PAS DE LIMITE ASSIGNABLE. Conséquemment le système des digues dites *insubmersibles* est illusoire en même temps que ruineux et funeste, pour plusieurs raisons dont j'ai cité quelques-unes. Il suffit de fixer le lit des rivières au moyen de digues arrasées à la hauteur des berges et complétées par des bourrelets de terre préservant des crues ordinaires les cultures qui craignent le plus l'immersion. Ainsi les vallées profitent du limon des rivières,

espèce d'or qu'elles roulent toutes et qui autrement va se perdre dans la mer. Ainsi seulement, le lit et la vallée des fleuves se maintiennent dans un convenable rapport de hauteur. Le système économique et simple que je propose prévient les catastrophes; l'autre système, au contraire, les prépare à coup sûr, et d'autant plus désastreuses que les levées ont été portées à une plus grande hauteur. Les assurances mutuelles peuvent seules remédier aux dommages causés de temps à autre par les crues extraordinaires, dommages qui diminueront, mais ne préviendront jamais entièrement tous les palliatifs imaginables. Les digues hautes et vraiment insubmersibles doivent être réservées pour mettre à tout prix à couvert les populations qui se sont imprudemment établies en des lieux sujets aux inondations. Enfin, là où de hautes digues existent, il faut bien étudier tous les moyens praticables d'atténuer les crues, mais il faut aussi, et surtout, peu à peu et en toute occasion favorable, passer d'un système à l'autre.

Si on veut bien envisager, d'une part, l'opposition que la routine, les préjugés, l'intérêt ont coutume de faire, en toute chose, aux changements même les plus motivés et les plus désirables; et, d'autre part, l'impression extraordinaire que les derniers débordements ont produite et les chances inouïes de succès que donnerait en ce moment la vive sollicitude du souverain et sa forte volonté d'épargner à l'avenir les maux qui nous désolent, j'aime à espérer qu'elle daignera prendre en considération cet écrit, quelque sommaire et imparfait qu'il soit.

Nous avons jugé indispensable de citer textuellement le travail de M. Dausse, parce que ce mémoire résume, avec netteté, des idées neuves et pratiques sur les moyens de prévenir le retour des désastres qui ont porté la ruine et le deuil dans nos contrées. Il était impossible que l'on ne tînt pas compte de ces sages avis, de ces vues fondées sur une longue observation, et que confirme également le raisonnement et la théorie. Les digues dites *insubmersibles* ne sauraient continuer à être adoptées dans les travaux futurs à exécuter sur le parcours des fleuves; c'est un résultat dont il faudra faire honneur à la courageuse

initiative prise avec tant d'autorité par le savant ingénieur dont on vient de lire le travail.

5

Mémoire de M. Vallée sur la création d'une réserve du Rhône dans le lac de Genève.

M. Vallée, inspecteur général des ponts et chaussées, auteur de belles études sur le lac de Genève et le Rhône, a proposé de faire servir le lac de Genève à prévenir les débordements de ce fleuve. Selon M. Vallée il suffirait, pour obtenir ce résultat, de barrer le lac de Genève dans le cas de grandes crues, et de laisser le niveau des eaux s'élever ainsi, pendant un temps suffisant, dans cet immense réservoir tout disposé par la nature. M. Vallée indique un moyen de rendre beaucoup plus avantageuse la réserve du lac de Genève en dérivant, pour le cas d'inondation, l'Arve dans le lac, par un canal de 2000 mètres de longueur, qui partirait de l'amont de Carrouge et se rendrait en ligne droite dans le Léman, par les fortifications de l'est de la ville. L'exécution de ce canal est, selon M. Vallée, parfaitement praticable.

L'ensemble de ces ouvrages ne coûterait que 3 millions y compris une digue dans le lac qui serait, d'ailleurs, un grand embellissement pour le pays, et trois barrages mobiles qui seraient établis, l'un à Genève et les deux autres à Carouge.

Ces divers ouvrages étant une fois construits, sur les ordres donnés à Lyon par le télégraphe électrique, dans les cas de pluies inquiétantes, les eaux du Rhône se trouveraient arrêtées à Genève; celle de l'Arve jetées dans le lac, le seraient également. Dès lors, la ville de Lyon, au lieu de recevoir par le Rhône 5000 mètres d'eau par seconde, n'en recevrait que 4000; Avignon, qui en reçoit

12 000, n'en recevrait que 11 000. D'après les calculs de M. Vallée, les eaux du lac ne seraient jamais gonflées, après ce barrage, d'une hauteur de plus de 144 millimètres; et, pendant le mois de juin 1856, la retenue des eaux dans le lac aurait pu se prolonger pendant un temps beaucoup plus long que la durée des maux qui ont désolé et dévasté le pays,

Il résulte donc, du projet présenté par l'honorable inspecteur des ponts et chaussées, qu'avec une dépense de 3 millions, en améliorant la navigation du Léman, défectueuse auprès de Genève en basses eaux, en embellissant cette ville en donnant une bonne navigation sur le Rhône français, pendant l'automne et l'hiver, on réduirait toutes les grosses eaux de ce fleuve à des crues inoffensives.

Voici les principaux passages de la note publiée sur ce sujet par M. Vallée :

L'ensemble des ouvrages, dit l'auteur, ne coûterait que 3 millions, y compris une digue dans le lac, laquelle serait un grand embellissement pour le pays, et trois barrages, l'un à Genève et deux à Carrouge.

Avec ces ouvrages, sur les ordres télégraphiques donnés de Lyon, en raison des circonstances pluviales, les eaux du Rhône seraient arrêtées à Genève; celles de l'Arve, jetées dans le lac, le seraient également; Lyon, au lieu de recevoir par le Rhône 5000 mètres d'eau par seconde, n'en recevrait que 4000, et Avignon qui en reçoit 12 000, n'en recevrait que 11 000.

Or, d'après les calculs et les détails très-développés donnés dans mon ouvrage, il est aisé de voir :

1° Qu'à Lyon, en supposant la vitesse moyenne du fleuve de 3 mètres et la largeur de 250, la hauteur des eaux aurait été diminuée d'environ 1m,45;

2° Que, vers Avignon, la vitesse étant supposée aussi de 3 mètres, et sa largeur de 500, la hauteur de la crue aurait été diminuée de 0m,78;

3° Que la superficie du lac étant de 600 millions de mètres carrés, l'arrêt à Genève de 86 400 000 mètres cubes d'eau en un jour (1000 mètres par seconde), n'aurait gonflé le lac que d'une hauteur de 144 millimètres, et que son plein en été, qui s'élève

quelquefois jusqu'à $2^m,95$ au-dessus de son plus bas niveau, n'arrivant que du 16 juillet au 29 septembre, l'arrêt aurait pu, dans la saison où nous sommes, se prolonger pendant un temps de beaucoup plus long que la durée des maux qui viennent de désoler et de dévaster le pays.

De cet aperçu et de mon ouvrage il suit qu'avec une dépense de 3 millions, en soulageant les riverains du lac que les hautes eaux gênent dans le pays de Vaud et dans le Valais, en améliorant la navigation du Léman, défectueuse auprès de Genève en basses eaux, en embellissant Genève, en donnant une bonne navigation sur le Rhône français pendant l'automne et l'hiver, on réduirait toutes les grosses eaux de ce fleuve à des crues inoffensives jusqu'à Lyon inclusivement, et presque inoffensives au-dessous; car c'est là la dernière goutte qui fait déborder le vase. Tel est le service immense qui peut être rendu à la France et à la vallée du Rhône. Jamais peut-être les circonstances ne seront aussi favorables qu'aujourd'hui à l'exécution de ce projet, tant à cause de l'état des choses à Genève, qu'à cause de la sollicitude éclairée du gouvernement pour les besoins des populations souffrantes.

Il y a pour le Rhône un lac de Genève, avantage que n'a malheureusement pas la Loire; la mission providentielle de ce lac est au grand jour, le zèle paternel des autorités fera le reste.

Aux avantages qui précèdent de la réserve proposée du lac de Genève, il faut ajouter celui qui résulterait de ce que le produit du Rhône en basses eaux serait considérablement augmenté à Lyon et même en aval de Lyon, ce qui donnerait au fleuve, pour s'approfondir, une grande puissance.

La Loire, à Roanne, donne 5000 mètres par seconde en grosses eaux et en basses eaux 5 seulement (1 millième). Or, dès qu'une crue est en décroissance, les vitesses diminuent et les sables se déposent; mais vers les sources, où les déclivités sont fortes, elles continuent d'amener des alluvions qui s'accumulent de Digoin à Orléans et au-dessous, ce qui oblige à exhausser les levées et rend les malheurs de plus en plus redoutables.

Le Rhône est plus heureux, parce que son produit à Lyon, grâce au lac tel qu'il est, se trouve en basses eaux du vingt-et-unième de son produit dans les grandes crues. C'est un avantage qui serait augmenté par un approvisionnement d'un milliard de mètres cubes d'eau à former dans le lac. De là une puissance de curage immense; car elle agirait de Genève à la

mer sur un parcours dont la pente est de 375 mètres, et pendant une durée d'environ cent jours, ce qui donnerait une force de 217 400 000 chevaux travaillant pendant vingt-quatre heures, *ôtée en partie aux crues qui dégradent le lit, et ajoutée aux basses eaux qui doivent l'approfondir et le régulariser.*

On peut dire que, en peu d'années, soit qu'on eût recours à des moyens d'action qui commencent à s'employer et qui sont très-susceptibles d'être améliorés, soit qu'on abandonnât, comme aujourd'hui, la force draguante du courant à ses effets naturels, le régime du fleuve deviendrait tout autre qu'il n'est, et de beaucoup plus avantageux à la navigation et aux propriétaires de la vallée en cas d'inondations.

Des avantages aussi manifestes ont pu malheureusement être négligés en 1840; ils doivent aujourd'hui être pris en grande considération.

L'antiquité a célébré le lac Mœris comme une merveille; or, il a toujours été séparé du Nil par un canal de quelques dizaines de lieues, dans lequel les eaux du fleuve auraient dû descendre, pendant une partie de l'année, pour y retourner en montant pendant l'autre, ce qui est impossible; ainsi, cette merveille n'a jamais pu servir comme on le suppose. Mais la postérité peut voir en Europe un lac remarquable, plus merveilleux que le lac Mœris, parce que le Léman est à cheval sur le Rhône; parce qu'il est tout fait, et parce qu'il n'attend qu'un barrage du prix au plus d'un million pour fonctionner à la satisfaction du monde entier, et notamment des nombreux voyageurs qui visitent Genève et la Suisse.

Manœuvres à faire à Genève. — La télégraphie transmettrait à Lyon, où serait centralisé le service, les observations locales faites avec les pluviomètres et aux échelles des ponts. Les eaux du Rhône mettant de seize à vingt heures pour descendre de Genève au confluent de la Saône, et celle de la Saône, du Doubs, de l'Ain, etc., allant beaucoup moins vite, on prévoirait plusieurs jours à l'avance ce qui va se passer dans tout le bassin du Rhône.

Si, entre autres circonstances à étudier, l'air brûlant du siroco d'Afrique, après s'être saturé d'eau sur la Méditerranée, vient donner des pluies et fondre les neiges des Cévennes et des Alpes pour grossir nos rivières, selon les remarques de M. Fabre (voir le *Compte rendu* de la séance du 9 juin) on serait sur ses gardes plus de trois ou quatre jours avant les événements.

En cas de malheurs probables, on viderait le plus possible la réserve du lac en attendant la crue; le danger approchant, on fermerait en partie le barrage de Genève; puis on le fermerait tout à fait; enfin, le mal devant bientôt être à son comble, on jetterait l'Arve dans le lac. Mais les grandes inondations arrivant avec l'été et à l'approche de l'hiver, époques où les eaux du lac ne sont pas hautes, on doit présumer qu'il ne serait jamais nécessaire d'opérer ainsi. On a, sur ce point, des renseignements très-détaillés, qui devront être consultés avec soin dans l'étude approfondie d'un projet dont la réussite ne serait pas douteuse, et qui par cette raison semble dominer tous ceux dont on s'occupe.

Quant aux manœuvres, elles se feraient par les soins et sous l'autorité de la ville de Genève, au moyen d'un consul qui recevrait de Lyon les demandes nécessitées par l'état des eaux dans le bassin du Rhône.

Estimations. — J'ai porté le barrage éclusé de Genève placé en amont de l'île et présentant 130 mètres de longueur, avec les terrasses, à 320 000 francs. Celui qu'il faudrait faire pour recevoir l'Arve à l'aval de Genève aurait plus de longueur.

Je l'estime à..............................		500 000 fr.
Deux petits ponts et une machine à refaire, embellissements, etc..................		500 000
Total, pour la réserve seule...............		1 000 000
Dérivation par Plainpalais....	600 000	1 000 000
Barrages pour l'Arve et somme à valoir.....................	400 000	
Total pour la réserve et la dérivation par Plainpalais.................		2 000 000

Avec la dérivation par l'amont de Genève la dépense, comme je l'ai dit, n'atteindrait probablement pas 3 millions.

4

Observations diverses sur le déboisement des montagnes considéré comme cause des inondations. — Mémoire de M. Tchihatchef sur le résultat du déboisement dans l'Asie Mineure. — Observations générales de M. de Gasparin sur l'utilité du reboisement pour prévenir les inondations. — Gazonnement des montagnes proposé par M. Lambot-Miraval.

La question, toujours si controversée, de l'influence des déboisements sur l'abondance de pluies et sur la température des régions déboisées, a été naturellement discutée à l'occasion des inondations de 1856. Les renseignements positifs sont extrêmement rares sur ce point important de l'histoire du globe : aussi a-t-on accueilli avec intérêt des faits, ou plutôt une discussion sur cette matière, qui se trouve exposée dans un rapport lu par M. Becquerel à l'Académie des sciences, à propos des grands travaux météorologiques exécutés dans l'Asie Mineure par M. Tchihatchef. M. de Gasparin a ensuite exposé avec beaucoup de lucidité son opinion sur cette matière. Nous allons mettre sous les yeux du lecteur les résultats de ces deux études scientifiques.

M. Tchihatchef est un grand seigneur russe qui s'est dévoué, corps et biens, à l'avancement des sciences; il a abandonné foyers, amis, famille, pour aller, pendant un grand nombre d'années, et au prix des plus grands dangers, recueillir des observations météorologiques dans les déserts de l'Asie Mineure et jusque sur les montagnes de l'Arménie. En 1856, il a présenté à l'Académie des sciences un ouvrage manuscrit, intitulé *Études climatologiques sur l'Asie Mineure*, pays qui, jusqu'à présent, était à peu près inconnu des physiciens. Voici dans le rapport fait par M. Becquerel, à propos de cet important travail, les fragments qui se rapportent à la question du déboisement.

L'Asie Mineure manque aujourd'hui de grandes forêts ; on y trouve de vastes étendues de terrains dépourvues de toute végétation arborescente et même frutescente. On se demande dès lors s'il en a toujours été ainsi. Or, de nombreux témoignages d'auteurs anciens prouvent que cette contrée était autrefois beaucoup plus boisée qu'elle ne l'est aujourd'hui. Les progrès de la civilisation et les guerres sont les causes de la destruction des forêts du Gange à l'Euphrate, et de l'Euphrate à la Méditerranée, sur une étendue de plus de mille lieues en longueur. Trois mille ans de guerre ont ravagé ces contrées ; Ninive et Babylone, si renommées par leur civilisation avancée, Palmyre et Balbec par leur magnificence, n'offrent plus aujourd'hui aux voyageurs que des ruines, au milieu de déserts dans lesquels en ne rencontre que çà et là des traces de cette riche végétation dont les anciens ont parlé. D'un autre côté, le littoral septentrional de la mer Noire, du temps d'Hérodote, était couvert de forêts, là où il n'en existe plus aujourd'hui.

M. Tchihatchef pense que la destruction de toutes ces forêts a exercé une grande influence sur le climat de l'Asie Mineure, en abaissant la moyenne de la température de l'été, et relevant celle de l'hiver. Il appuie son opinion, à cet égard, sur plusieurs passages de Théophraste, dans lesquels ce philosophe mentionne certains végétaux que le défaut de chaleur empêchait jadis d'y prospérer, et qui viennent aujourd'hui parfaitement.

M. Tchihatchef, en exprimant ainsi son opinion touchant l'influence exercée sur la température par le déboisement de grandes étendues de forêts, tranche une difficulté qui est encore un sujet de discussions, et sur laquelle, comme nous l'avons dit plus haut, les meilleurs esprits ne sont pas d'accord.

Dans le sein de la commission nommée en 1836, pour examiner s'il y avait lieu ou non de rapporter l'article 219

du Code forestier, Arago et Gay-Lussac émirent des opinions fort opposées.

Voici d'abord ce que pensait Arago :

« Si l'on abattait un rideau de forêts sur la côte maritime de la Normandie ou de la Bretagne, disait le célèbre astronome, ces deux contrées deviendraient accessibles aux vents d'ouest, aux vents tempérés venant de la mer ; de là une diminution dans le froid des hivers. Mais si une forêt toute pareille était défrichée sur la côte orientale de la France, le vent d'est glacial s'y propagerait plus fortement, et les hivers deviendraient plus rigoureux. La destruction d'un rideau de bois aurait donc produit, ici et là, des effets diamétralement opposés. »

Gay-Lussac tenait un autre langage :

« A mon avis, disait le grand physicien, on n'a acquis jusqu'à présent aucune preuve positive que les bois aient, par eux-mêmes, une influence réelle sur le climat d'une grande contrée ou d'une localité particulière. En examinant de près les effets du déboisement, on trouverait peut-être que, loin d'être un mal, c'est un bienfait ; mais ces questions sont tellement compliquées, quand on les examine sous le point de vue climatologique, que leur solution est très-difficile, pour ne pas dire impossible. »

D'un autre côté, suivant M. de Humboldt, les forêts agissent sur le climat d'une contrée comme cause frigorifique, comme abri contre les vents et comme entretenant les eaux vives.

En résumé, il n'est pas parfaitement démontré que le déboisement sur une grande étendue de pays ait pour résultat d'élever sa température moyenne ; mais un grand nombre d'observations tendent à le faire croire. On peut citer, à l'appui de cette opinion, les observations météorologiques de Jefferson dans la Virginie et la Pensylvanie ; celles, beaucoup plus récentes, faites par MM. de Humboldt, Boussingault, Hall, Rivière et Roulin, sous les tropiques, depuis le niveau de la mer jusqu'à des hauteurs où l'on

trouve des climats tempérés et polaires. Ces derniers observateurs ont reconnu que l'abondance des forêts et l'humidité qui en résulte tendent à refroidir le climat, et que la sécheresse et l'aridité produisent un effet contraire. Il pourrait se faire néanmoins que la température moyenne restant la même, la répartition de la chaleur dans tout le cours de l'année se trouvât changée, et dans ce cas, le climat se serait modifié. Mais, nous le répétons, on ne sait encore rien de bien certain touchant l'influence du déboisement sur la température dans les contrées situées hors des tropiques.

Toutefois, l'influence des abris ne saurait être contestée; un grand nombre de faits le prouvent; nous en citerons un seul. Dans les marais Pontins, un bois, interposé sur le passage d'un courant d'air humide chargé de miasmes pestilentiels, préserve les parties qui sont derrière lui, tandis que celles qui sont découvertes demeurent exposées aux maladies. Les arbres sembleraient donc tamiser l'air infecté en lui enlevant les miasmes qu'il transporte.

M. Tchihatchef affirme, en second lieu, que le déboisement a eu pour effet, dans l'Asie Mineure, d'y développer des marécages, dont l'extension considérable est un des traits caractéristiques de l'aspect de cette contrée. Le savant russe rapporte, à ce sujet, des témoignages irrécusables d'auteurs anciens, qui prouvent que, de leur temps, les marécages qui infectent aujourd'hui l'Asie Mineure n'étaient pas aussi étendus qu'ils le sont actuellement. Ces auteurs ne signalent point, par exemple, les fièvres paludéennes dans les régions que ces affections rendent aujourd'hui inhabitables, et qui étaient jadis couvertes de florissantes cités.

L'opinion émise par M. Tchihatchef, touchant la production des marécages à la suite de grands déboisements, se trouve confirmée par de nombreux exemples que M. Bec-

querel a déjà signalés dans son ouvrage sur les climats. Vient-on, en effet, à défricher une forêt à sous-sol imperméable sans cultiver le sol, la terre n'offre plus qu'un accès difficile aux eaux pluviales, qui, ne pouvant plus s'infiltrer, restent dans les parties basses. Le pays devient alors marécageux et malsain, et les habitants sont en proie aux fièvres paludéennes. C'est ce qui est arrivé à la Sologne, à la Brenne, à la Dombe, à la Bresse, etc., à la suite de grands déboisements. Des documents authentiques prouvent qu'il y a mille ans, la Brenne était couverte de forêts, entrecoupées de prairies arrosées d'eaux courantes et vives, et qu'elle était renommée alors par la fertilité de ses pâturages et la douceur de son climat. Aujourd'hui il n'en est plus ainsi; le pays est devenu marécageux et malsain.

Tel est le résumé de la discussion faite par M. Becquerel, à propos du mémoire de M. Tchihatchef, sur la question du déboisement, question qui présente un haut degré d'intérêt comme se rattachant à l'étude des causes des inondations. Mais les considérations présentées par M. Becquerel ne touchent qu'un peu de loin à la question générale de l'influence qu'aurait le reboisement des montagnes pour s'opposer au retour des inondations qui ont désolé la France en 1856.

Cette question générale de l'utilité du reboisement pour empêcher le retour des inondations, a été traitée avec supériorité par un illustre agronome, M. de Gasparin. Le *Journal d'agriculture pratique* a publié, au mois de juillet 1856, un article dans lequel les vues générales de ce savant sont exposées avec beaucoup de netteté par son fils, M. Agénor de Gasparin. Nous renvoyons à ce numéro du *Journal d'agriculture* les personnes qui voudront prendre connaissance des opinions de ce profond observateur sur le sujet difficile dont nous parlons.

Pour terminer cette matière, nous signalerons, comme se rapportant à la question qui vient de nous occuper, un travail publié à Toulon par M. Lambot-Miraval, et qui a pour titre : *Observations sur les moyens de reverdir les montagnes et de prévenir les inondations.*

L'auteur de ce mémoire n'est pas partisan absolu du reboisement comme moyen de prévenir les inondations, et en cela nous nous rangeons à son avis. Le reboisement peut sans aucun doute contribuer à diminuer les inondations ; mais il produira ce résultat dans une proportion moins étendue qu'on ne l'admet généralement. Le gazonnement des montagnes, moyen plus prompt et plus facile dans sa réalisation, doit accompagner le reboisement pour qu'il produise ses effets les plus utiles. Il est évident que les bois, là où ils sont bien établis, forment sur le sol un revêtement solide propre à retenir les eaux pluviales, à retarder leur écoulement, et, par conséquent, à prévenir l'irruption subite des eaux dans le lit des rivières. Toutefois, une jeune forêt n'est pas pour cet objet d'une efficacité absolue ; surtout quand elle se trouve sur un sol en pente, à moins qu'elle ne forme un fourré très-épais, et que l'eau pluviale n'ait pas à descendre d'une trop grande hauteur.

La création de forêts nouvelles ne serait donc pas un moyen radical, et surtout un moyen actuel de précaution.

M. Lambot-Miraval recommande d'arrêter les ruisseaux et les torrents formés par les eaux pluviales, en les faisant absorber par le sol au moyen de fossés horizontaux, munis d'un réservoir à chacune de leurs extrémités. S'appuyant sur les conseils donnés à ce propos par MM. Chevandier, Polonceau et de Saint-Venant, il propose aussi, pour conserver la terre qui reste sur les montagnes, et par suite nos forêts et nos sources, *d'établir des barrages là où la localité s'y prête, et des fossés partout.*

Les barrages peuvent être envisagés sous deux points de vue différents et aussi essentiels l'un que l'autre : 1° celui d'arrêter les eaux pluviales pour prévenir les inondations; 2° celui d'emmagasiner les eaux pour les faire servir aux irrigations des terres. Il serait surtout avantageux de construire ces barrages au bas des montagnes dénudées, sur lesquelles les fossés n'ont plus rien à faire, et de rétablir en quelque sorte l'équilibre, en faisant produire à la plaine une surabondance de fourrages que la montagne ne peut plus fournir. Mais les barrages, nécessitant presque toujours des dépenses considérables, ne peuvent être entrepris que par l'État ou par des compagnies. Les fossés peuvent, au contraire, être établis par tout le monde.

Le nombre des fossés doit être, en moyenne, selon M. Lambot-Miraval, de quatre par hectare. Ils donneront lieu à une dépense d'environ 60 francs pour cette surface. C'est là sans aucun doute une forte dépense, mais elle paraîtra moins importante si on considère l'amélioration notable des terrains qui en résultera.

Les moyens indiqués par M. Lambot-Miraval méritent d'être pris en considération sérieuse pour les pays en vue desquels ils sont proposés, c'est-à-dire pour le midi de la France.

5

Lettre de l'Empereur sur les moyens de prévenir les inondations. — Commentaire de ce document.

Nous venons de rapporter les travaux les plus importants qui ont été publiés en France, à propos des inondations de 1856. Au moment où d'immenses désastres venaient de couvrir notre pays de ruines et de deuil, la science a rassemblé toutes ses ressources pour rechercher

les causes de ces effrayants cataclysmes, et les moyens d'en empêcher sinon le retour, du moins les plus redoutables effets. On vient de lire quelles ont été les opinions et les vues de nos savants sur ce grave sujet. Elles se résument dans l'abandon du système qui a été adopté jusqu'à ce jour, c'est-à-dire l'excessif et continuel endiguement des fleuves et rivières, moyen préventif illusoire que l'expérience et le raisonnement condamnent sans retour. Il nous reste à citer la *Lettre de l'Empereur* qui a paru dans le *Moniteur* le 22 juillet, et qui adopte pleinement ces vues en indiquant quels sont, dans la pensée du gouvernement, les moyens que l'administration se propose de mettre en œuvre pour réaliser l'ensemble des mesures dont il prend l'initiative. Voici donc le texte de ce document important qui a fait en France une impression si profonde :

Monsieur le ministre, après avoir examiné avec vous les ravages causés par les inondations, ma première préoccupation a été de rechercher les moyens de prévenir de semblables désastres. D'après ce que j'ai vu, il y a dans la plupart des localités des travaux secondaires indiqués par la nature des lieux, et que les ingénieurs habiles mis à la tête de ces travaux exécuteront facilement. Ainsi, rien de plus aisé que d'élever des ouvrages d'art qui préservent momentanément d'inondations pareilles les villes telles que Lyon, Valence, Avignon, Tarascon, Orléans, Blois et Tours. Mais quant au système général à adopter, pour mettre, dans l'avenir, à l'abri de si terribles fléaux nos riches vallées traversées par de grands fleuves, voilà ce qui manque encore et ce qu'il faut absolument et immédiatement trouver.

Aujourd'hui chacun demande une digue, quitte à rejeter l'eau sur son voisin. Or, le système des digues n'est qu'un palliatif ruineux pour l'État, imparfait pour les intérêts à protéger, car, en général, les sables charriés exhaussant sans cesse le lit des fleuves, et les digues tendant sans cesse à le resserrer, il faudrait toujours élever le niveau de ces digues, les prolonger sans interruption sur les deux rives, et les soumettre à une surveillance de tous les moments. Ce système,

ui coûterait seulement pour le Rhône plus de cent millions, erait insuffisant, car il serait impossible d'obtenir de tous les verains cette surveillance de tous les moments, qui seule ourrait empêcher une rupture, et, une seule digue se rompant, la catastrophe serait d'autant plus terrible que les digues uraient été élevées plus haut. Au milieu de tous les systèmes roposés, un seul m'a paru raisonnable, pratique, d'une exéution facile, et qui a déjà pour lui l'expérience.

Avant de chercher le remède à un mal, il faut en bien étuer la cause. Or, d'où viennent les crues subites de nos grands euves? Elles viennent de l'eau tombée dans les montagnes, très-peu de l'eau tombée dans les plaines. Cela est si vrai, ue, pour la Loire, la crue se fait sentir à Roanne et à Nevers ngt ou trente heures avant d'arriver à Orléans ou à Blois. en est de même pour la Saône, le Rhône et la Gironde, et, ns les dernières inondations, le télégraphe électrique a rvi à annoncer aux populations plusieurs heures ou plusieurs urs d'avance le moment assez précis de l'accroissement des ux.

Ce phénomène est facile à comprendre : quand la pluie mbe dans une plaine, la terre sert pour ainsi dire d'éponge; au, avant d'arriver au fleuve, doit traverser une vaste endue de terrains perméables, et leur faible pente retarde n écoulement. Mais, lorsqu'indépendamment de la fonte des iges, le même fait se représente dans les montagnes où le rain, la plupart du temps composé de rochers nus ou de aviers, ne retient pas l'eau, alors la rapidité des pentes rte toutes les eaux tombées aux rivières, dont le niveau lève subitement. C'est ce qui arrive tous les jours sous nos ux quand il pleut : les eaux qui tombent dans nos champs forment que peu de ruisseaux, mais celles qui tombent sur toits des maisons et qui sont recueillies dans les gouttières ment à l'instant de petits cours d'eau. Eh bien! les toits it les montagnes, et les gouttières les vallées.

Or, si nous supposons une vallée de 2 lieues de largeur sur eues de longueur, et qu'il soit tombé dans les 24 heures $0^{m},10$ au sur cette surface, nous aurons dans ce même espace de nps 12 800 000 mètres cubes d'eau qui se seront écoulés s la rivière, et ce phénomène se renouvellera pour chaque uent du fleuve : ainsi, supposons que le Rhône ou la Loire dix grands affluents, nous aurons le volume immense de millions de mètres cubes d'eau qui se seront écoulés dans

le fleuve en 24 heures; mais si ce volume d'eau peut être retenu de manière que l'écoulement ne se fasse qu'en deux ou trois fois plus de temps, alors, on le conçoit, l'inondation sera rendue deux ou trois fois moins dangereuse.

Tout consiste donc à retarder l'écoulement des eaux. Le moyen d'y parvenir est d'élever dans tous les affluents des rivières ou des fleuves, au débouché des vallées, et partout où les cours d'eau sont encaissés, des barrages qui laissent dans leur milieu un étroit passage pour les eaux, les retiennent lorsque leur volume augmente, et forment ainsi en amont des réservoirs qui ne se vident que lentement. Il faut faire en petit ce que la nature a fait en grand. Si le lac de Constance et le lac de Genève n'existaient pas, la vallée du Rhin et la vallée du Rhône ne formeraient que deux vastes étendues d'eau; car, tous les ans, les lacs ci-dessus, sans pluie extraordinaire, et seulement par la fonte des neiges, augmentent leur niveau de 2 ou 3 mètres, ce qui fait pour le lac de Constance une augmentation d'environ 2 milliards 500 millions de mètres cubes d'eau, et pour le lac de Genève de 1 milliard 770 millions.

On conçoit que cet immense volume d'eau, s'il n'était pas retenu par les montagnes, qui, au débouché de ces deux lacs, l'arrêtent et n'en permettent l'écoulement que suivant la largeur et la profondeur du fleuve, une effroyable inondation aurait lieu tous les ans. Eh bien ! on a suivi cette indication naturelle, il y a plus de cent cinquante ans, en élevant dans la Loire un barrage d'eau dont l'utilité est démontrée par le rapport fait à la chambre, en 1847, par M. Collignon, alors député de la Meurthe. Voici comment il en rend compte :

« La digue de Pinay, construite en 1711, est à 12 kilomètres environ en amont de Roanne. Cet ouvrage, s'appuyant sur les rochers qui resserrent la vallée et enveloppant les restes d'un ancien pont que la tradition fait remonter aux Romains, réduit en cet endroit le débouché du fleuve à une largeur de 20 mètres; sa hauteur au-dessus de l'étiage est également de 20 mètres, et c'est par cette espèce de pertuis que la Loire entière est forcée de passer dans les plus grands débordements.

« L'influence de la digue de Pinay est d'autant plus digne d'attention qu'elle a été créée, comme le montre l'arrêt du conseil du 23 juin 1711, dans le but spécial de modérer les crues et d'opposer à leur brusque irruption un obstacle artificiel tenant lieu des obstacles naturels, qui avaient été imprudem-

nent détruits dans la partie supérieure du fleuve. Eh bien! a digue de Pinay a heureusement rempli son office au mois l'octobre dernier; elle a soutenu les eaux jusqu'à une hauteur le 21m,47 au-dessus de l'étiage; elle a ainsi arrêté et refoulé lans la plaine du Forez une masse d'eau qui est évaluée à plus le 100 millions de mètres cubes, et la crue avait atteint son naximum de hauteur à Roanne 4 ou 5 heures avant que cet mmense réservoir fût complétement rempli.

« Si la digue de Pinay n'avait pas existé, non-seulement la rue serait arrivée beaucoup plus vite à Roanne, mais encore e volume d'eau roulé par l'inondation aurait augmenté d'en-'iron 2500 mètres cubes par seconde; la durée de l'inondation urait été plus courte, mais l'imagination s'effraye de tout ce ue cette circonstance aurait pu ajouter au désastre déjà si rand dont la vallée de la Loire a été le théâtre.

« D'ailleurs, l'élévation des eaux en amont de la digue de 'inay n'a produit aucun désordre; bien loin de là : la plaine du 'orez ressentira pendant plusieurs années l'action fécondante es limons que l'eau, graduellement amoncelée par la résis-ance de la digue, y a déposés.

« Tel a été le rôle de cet ouvrage qu'une sage prévoyance élevé pour notre sécurité et nous servir d'exemple. Or, il xiste dans les gorges d'où sortent les affluents de nos fleuves n grand nombre de points où l'expérience de Pinay peut être enouvelée économiquement si les points sont bien choisis, tilement pour modérer l'écoulement des eaux, et sans incon-énient, et, le plus souvent, avec un grand profit pour l'agri-ulture.

« Au lieu de ces digues ouvertes dans toute leur hauteur, n a proposé de construire aussi des barrages pleins, munis 'une vanne de fond et d'un déversoir superficiel. Les réser-oirs ainsi formés, pouvant retenir à volonté les eaux d'inon-ation, permettraient de les affecter, dans les temps de séche-sse, aux besoins de l'agriculture et au maintien d'une utile ortée d'étiage pour les rivières. »

L'édit de 1711, dont parle M. Collignon, indique parfaite-ent bien le rôle que les digues sont appelées à jouer. On y t le passage suivant :

« Il est indispensablement nécessaire de faire trois digues ins l'intervalle du lit de la rivière où les bateaux ne passent oint : la première aux piles de Pinay, la seconde à l'endroit a château de la Roche, et la troisième aux piles et culées d'un

ancien pont qui était construit sur la Loire au bout du village Saint-Maurice; et, avec le secours de ces digues, les passages étant resserrés, lorsqu'il y arrive de grandes crues, les eaux qui s'écoulaient en deux jours auraient peine à passer en quatre ou cinq. Le volume des eaux, étant diminué de plus de la moitié, ne causera plus de ravages pareils à ceux qui sont survenus depuis trois ans. »

En effet, en 1856, comme en 1846, les digues de Pinay et de la Roche ont sauvé Roanne d'un désastre complet.

Remarquons, en outre, que, suivant M. Boulangé, ancien ingénieur en chef du département de la Loire, la digue de Pinay n'a coûté que 170 000 fr., et celle de la Roche 40 000 fr., et il ne compte qu'une dépense de 3 400 000 fr. pour la création de cinq nouvelles digues et de vingt-quatre barrages dont il propose la construction sur les affluents de la Loire. D'ailleurs, M. Polonceau, ancien inspecteur divisionnaire des ponts et chaussées, qui admet en partie le même système, pense qu'on pourrait faire ces mêmes digues en gazon, en planches et en madriers, ce qui serait encore plus économique.

Maintenant, comme il est très-important que les crues de chaque petit affluent n'arrivent pas en même temps dans la rivière principale, on pourrait peut-être, en multipliant dans les uns ou en restreignant dans les autres le nombre de barrages, retarder le cours de certains affluents, de telle sorte que les crues des uns arrivent toujours après les autres.

D'après ce qui précède et d'après l'exemple de Pinay, ces barrages, loin de nuire à l'agriculture, lui seront favorables par le dépôt de limon qui se formera dans les lacs artificiels et servira à fertiliser les terres.

Là où les rivières charrient des sables, ces barrages auraient l'avantage de retenir une grande partie de ces sables, et, en augmentant le courant au milieu des rivières, d'en rendre le thalweg plus profond. Mais quand même ces barrages feraient quelque tort aux cultures des vallées, il faudrait bien en prendre son parti, quitte à indemniser les propriétaires, car il faut se résoudre à faire la part de l'eau comme on fait la part du feu dans un incendie, c'est-à-dire sacrifier des vallées étroites peu fertiles au salut des riches terrains des plaines.

Ce système ne peut être efficace que s'il est généralisé, c'est-à-dire appliqué aux plus petits affluents des rivières. Il sera

eu coûteux si l'on multiplie les petits barrages au lieu d'en
.ever quelques-uns d'un grand relief. Mais il est clair que
ǝla n'empêchera pas les travaux secondaires qui doivent pro-
ger les villes et certaines plaines plus exposées.

Je voudrais donc que vous fissiez étudier ce système le plus
it possible, sur les lieux mêmes, par les hommes compétents
ǝ votre ministère.

Je voudrais qu'indépendamment des digues qui doivent être
evées sur les points les plus menacés, on fît à Lyon un dé-
ǝrsoir semblable à celui qui existe à Blois ; il aurait l'avan-
ıge de préserver la ville et d'augmenter beaucoup la défense
ǝ cette place forte.

Je voudrais que, dans le lit de la Loire, on élevât pendant
s basses eaux, et parallèlement au cours du fleuve, des di-
ıes faites en branchages, ouvertes en amont, formant des
ıssins de limonage, ainsi que le propose M. Fortin, ingé-
.eur des ponts et chaussées. Ces digues auraient l'avantage
arrêter les sables sans arrêter les eaux, et de creuser le lit
; la rivière.

Je voudrais que le système proposé pour le Rhône par
. Vallée, inspecteur général des ponts et chaussées, fût sé-
eusement étudié avec le concours du gouvernement suisse.
consiste à abaisser les eaux du Rhône à l'endroit où il dé-
ɔuche du lac de Genève, et à y construire un barrage. Par
; moyen, on obtiendrait, selon lui, un abaissement des hautes
ıux du Léman utile au Valais, au pays de Vaud et à la Sa-
ɔie ; une navigation meilleure du lac, des embellissements
ɔur Genève, des inondations moins désastreuses dans la val-
e du Rhône, une navigation meilleure de ce fleuve.

Enfin, je voudrais que, comme cela existe déjà pour quel-
ıes-uns, le régime des grands fleuves fût confié à une seule
ɪrsonne, afin que la direction fût unique et prompte dans le
oment du danger. Je voudrais que les ingénieurs qui ont
quis une longue expérience dans le régime des cours d'eau
ıssent avancer sur place et ne pas être distraits tout à coup
leurs travaux particuliers ; car il arrive souvent qu'un in-
nieur qui a consacré une partie de sa vie à étudier soit des
avaux maritimes au bord de la mer, soit des travaux hy-
auliques à l'intérieur, est tout à coup, par avancement,
nployé à un autre service, où l'État perd le fruit de ses con-
ıissances spéciales, résultat d'une longue pratique.

Ce qui est arrivé après la grande inondation de 1846 doit

nous servir de leçon : on a beaucoup parlé aux Chambres, on a fait des rapports très-lumineux, mais aucun système n'a été adopté ; aucune impulsion nettement définie n'a été donnée, et l'on s'est borné à faire des travaux partiels qui, au dire de tous les hommes de science, n'ont servi, à cause de leur défaut d'ensemble, qu'à rendre les effets du dernier fléau plus désastreux.

Sur ce, je prie Dieu, monsieur le ministre, qu'il vous ait en sa sainte garde. NAPOLÉON.

Plombières, le 19 juillet 1856.

Le document que nous venons de citer expose avec une grande lucidité et une connaissance profonde de la matière le système général que le gouvernement entend adopter pour mettre désormais nos riches vallées à l'abri des inondations. Reconnaissant que les digues élevées pour contenir les eaux sont impuissantes à remplir cet office, on a compris que l'on n'aurait raison du fléau qu'en l'attaquant à son origine. Au lieu de se borner à en combattre les effets, le gouvernement songe donc à en supprimer, ou du moins à en atténuer la cause.

Considérant que les subites irruptions de masses énormes d'eau dans les vallées proviennent de la coïncidence fatale de pluies longtemps prolongées et de la fonte générale des neiges dans les montagnes, la *Lettre de l'Empereur* montre fort bien que pour prévenir ces désastres il faut principalement retarder la vitesse d'écoulement des eaux, en élevant, dans les affluents des rivières ou des fleuves, au débouché des vallées et partout où les cours d'eau sont encaissés, des barrages qui retiendront les eaux quand leur volume augmentera trop vite, et qui formeront des espèces de réservoirs d'où elles ne s'échapperont ensuite qu'avec lenteur.

On recommande donc, en premier lieu, l'établissement d'un système complet de barrages ; ensuite, quelques travaux particuliers, comme la construction, à Lyon, d'un déversoir semblable à celui qui existe à Blois ; l'in-

›duction dans le lit de la Loire de digues faites en branages, qui auraient pour effet d'arrêter les sables en ssant passer les eaux, et de creuser ainsi le lit du uve; enfin, des études internationales sur le barrage lac de Genève, proposé par M. Vallée.

L'idée principale qui domine dans l'ensemble de ces ›yens préventifs, c'est, on le voit, d'établir des barges sur le parcours des grands fleuves, pour prévenir s inondations. Cette idée n'est pas nouvelle d'ailleurs; l'a réalisée depuis plus de cent cinquante ans, en élent dans la Loire ce barrage de Pinay, qui rend de si mirables services[1].

Cette pensée était d'ailleurs fournie par l'observation de nature, et il est facile de voir que les ingénieurs, réalisant des retenues artificielles d'eaux, n'ont fait l'imiter et perfectionner ce que nous montre l'obrvation des phénomènes hydrographiques de notre obe. Dans les pays encore vierges, les fleuves et les rières sont encombrés d'obstacles de toute sorte qui enavent leurs cours, et forment des sortes de réservoirs où liquide séjourne par grandes masses. Plus ces obstacles multiplient, plus la quantité d'eau mise en réserve accroît, et plus elle exige de temps pour s'écouler. L'inrse a lieu lorsque le lit du fleuve ou de la rivière est mplétement libre. Alors, les eaux, ne rencontrant plus

1. En 1846, la digue de Pinay seule emmagasina 131 137 000 mètres bes de liquide. Le remous se fit sentir jusqu'à Feurs, environ à kilomètres en amont, et le retard de la crue a été de 16 heures minutes. Pendant toute cette période, la plus dangereuse pour les opriétés riveraines, la digue retint, en moyenne, 1823 mètres cubes eau par seconde, et cependant, au moment de son maximum, la ›ire débitait 7300 mètres cubes. On voit par ce rapprochement que, ns les digues de Pinay et de la Roche, le volume débité aurait pu re presque le double. M. Boulangé, ancien ingénieur en chef, n'héte pas à dire que sans ces deux obstacles la moitié de Roanne eût é détruite. En 1856, la même digue a rempli parfaitement ce saluire office.

d'obstacle, suivent leur pente naturelle, et marchent avec une vitesse qui s'accroît en raison directe de leur volume. L'observation de ces faits a conduit au système des retenues d'eaux, qu'il s'agirait aujourd'hui de généraliser comme remède contre les inondations.

De l'ensemble du document officiel que nous avons rapporté, il résulte évidemment que le système général de digues est condamné; il a été définitivement jugé par les tristes résultats qu'il a produits. En effet, l'endiguement ne peut avoir quelque efficacité, durant un certain intervalle, qu'à la condition de régner d'une manière absolument non interrompue sur toute l'étendue des rives d'un fleuve. Mais si l'on considère que la plupart des grands cours d'eau roulent dans leurs ondes une quantité notable de sable et de limon, et que le Rhône, par exemple, reçoit l'Isère et la Durance, deux rivières torrentielles, à fond mobile, qui tiennent en suspension de 400 à 600 grammes de débris par litre d'eau, on comprend que le chenal compris entre la double digue insubmersible doit s'encombrer avec rapidité, et nécessiter incessamment un exhaussement proportionné des digues.

Il faut remarquer, en outre, que plus une digue est élevée, moins elle peut offrir de résistance au poids et à la pression des eaux. Pendant les crues, les eaux accumulées et exerçant latéralement contre les parois de la digue une pression énorme, et d'autant plus considérable que la digue est elle-même plus haute, ces remblais artificiels doivent finir par céder sous ce poids, s'ils ne sont appuyés dans toute leur longueur sur des terrassements ou épaulements qui puissent présenter une résistance proportionnée à l'effort. Or, c'est là une condition impossible à remplir sur une grande échelle, tant à cause des difficultés de terrain, que des dépenses incalculables qui en résulteraient, et du dommage permanent qu'en éprouveraient les propriétés riveraines.

Ajoutons encore qu'il n'est jamais permis de rien assurer d'avance concernant la solidité d'une digue. En dépit des soins minutieux apportés au choix des matériaux, à la masse, à l'épaisseur des revêtements, on ne peut jamais estimer avec certitude le degré de résistance de ces remblais protecteurs. L'eau, déchaînée avec violence, offre dans ses effets des accidents imprévus et des phénomènes extraordinaires, dont l'explication est souvent presque impossible à fournir, et qui tiennent à des circonstances particulières aux localités, ou dépendantes de la composition et de l'état du sous-sol. Si l'on voit souvent une digue crever par son sommet, il n'est guère plus rare de la voir, minée par le pied, s'écrouler dans le lit du fleuve, et en accroître le débordement par la masse de ses débris.

Enfin les digues, en les supposant même capables de résister avec efficacité aux énormes pressions des eaux, ont un autre inconvénient sur lequel a déjà insisté avec raison un habile ingénieur-hydrographe, M. Duvis, dans un mémoire sur l'*Endiguement des cours d'eau*, qui fut imprimé, en 1846, dans le *Journal d'Agriculture pratique*. Les crues subites des fleuves proviennent sans doute, comme le remarquait M Duvis, de l'abondance des eaux, mais elles tiennent surtout à *la différence qui existe entre la pente et la vitesse du fleuve principal, et la pente et la vitesse beaucoup plus grande des petites rivières et des ruisseaux qui y affluent.* Quand on enserre un fleuve dans un lit factice, entre deux hautes digues, on ne fait que concentrer sur un étroit espace un immense volume d'eau, lequel contient alors une masse énorme de limon. Tout ce limon se dépose sur l'étroit espace que lui offre le lit du fleuve; il ne tarde pas à en exhausser le fond, et à modifier sa pente de la manière la plus défavorable à la marche des eaux vers la mer. On a donc accru d'autant la différence entre la vitesse du fleuve et

celle de ses affluents : on a fait qu'il débite encore moins rapidement qu'il ne reçoit.

M. Duvis rappelle à ce propos l'exemple, vraiment frappant sous ce rapport, des travaux auxquels on a été peu à peu conduit en Italie, en suivant en aveugle le système d'endiguement continuel. Selon M. Duvis, la construction des digues ne paraît pas remonter, en Italie, à une époque reculée. L'histoire romaine, qui a gardé le souvenir de tous les grands travaux publics de l'antiquité, ne conserve d'elles aucune trace. M. Duvis place la création de ces digues au temps où le territoire était partagé en un grand nombre de petits États; elles auront été probablement l'ouvrage de petits intérêts circonscrits et rivaux. On construisit d'abord les premières près de l'embouchure des rivières, pour fixer les eaux qui divaguaient sur leur littoral. Mais les eaux chargées de limon eurent bientôt comblé leur lit rétréci par les digues. Le littoral supérieur, appartenant à l'État voisin, vit, à la suite de ces travaux, les inondations se multiplier en raison de la diminution de pente du cours d'eau, et bientôt il jugea nécessaire de se diguer à son tour. C'est ainsi que les digues ont successivement remonté de l'embouchure vers la source; en même temps les plaines, les bassins ont perdu leur écoulement. Aussi la ville de Ferrare voit-elle aujourd'hui le Pô couler à la hauteur de ses toits, et même dans certaines parties du cours du fleuve, les digues se sont peu à peu élevées à la hauteur des clochers des villages qu'elles sont destinées à défendre. Un résultat aussi frappant montre bien à quelles exigences il faut satisfaire quand on s'abandonne d'une manière absolue à un système que l'on ne peut plus considérer que comme l'enfance de l'art hydrographique.

Disons, en terminant, que tous les ingénieurs qui ont fait de l'étude des inondations l'objet particulier de leurs o - servations et de leurs calculs tels que MM. Poloncea ,

Puvis, Surrell et Scipion Gras, sont arrivés à des conclusions très-rapprochées de celles qui sont formulées dans la *Lettre de l'Empereur*. Ils ont tous admis qu'on ne peut retarder l'écoulement des eaux, et prévenir ainsi la formation des courants torrentiels, que par des travaux d'art en forme de barrages exécutés dans tous les cours d'eau sujets à des débordements périodiques, comme on l'a fait au siècle dernier, sur la Loire, en construisant la digue de Pinay.

Par une circonstance fort heureuse, la considération de l'économie est, dans une mesure très-large, tout en faveur des barrages, qui se trouvent dès lors réunir à la fois l'efficacité et l'économie. La digue de Pinay, près de Roanne, n'a coûté que 170 000 francs. Un ancien ingénieur de Montbrison, M. Boulangé, n'évalue pas à plus de 3 400 000 francs la dépense de cinq nouvelles grandes digues et de vingt-quatre barrages à établir sur les affluents de la Loire. Dans les petits torrents qui descendent des montagnes, la construction de chaque barrage, par le système de M. Scipion Gras, n'excéderait pas quelques centaines de francs.

La *Lettre de l'Empereur* ne dit rien du reboisement des montagnes. C'est une question sur laquelle il est bien difficile, en effet, de prendre un parti en ce moment, et surtout d'en faire immédiatement une application pratique. Personne ne met en doute que le reboisement des montagnes ou leur simple gazonnement ne contribuât à diminuer les dangers des inondations en retenant les eaux pendant un temps assez long sur les hauteurs. Une montagne boisée et recouverte, par conséquent, d'une couche de détritus, de mousses, de terre végétale, etc., fait l'office d'une vaste éponge, qui s'imbibe de l'eau des pluies, et ne la restitue que goutte à goutte, en formant lentement des sources. Mais il faut reconnaître aussi que les travaux de reboisement et de regazonnement ne

suffiraient pas pour retarder l'écoulement des pluies torrentielles et apporter au fléau un remède souverain. C'est donc avec raison que la *Lettre de l'Empereur* n'a rien spécifié de particulier sur ce point.

D'ailleurs ce moyen, efficace quoique lent, de préservation, pourrait peut-être s'opérer spontanément, sans le concours de l'État, et par la seule bonne volonté des propriétaires ruraux. C'est ce qu'ont indiqué M. l'ingénieur Surrell dans sa belle *Étude sur les torrents des Alpes*, et M. de Gasparin, dans l'article que nous avons signalé.

Des communes, épouvantées de l'avenir, dit M. Surrell, ont mis quelques quartiers à la réserve. Aussitôt la végétation a repris possession du sol ; l'herbe, les broussailles, les arbustes fourrés ont reparu avec une merveilleuse célérité, et formé ce qu'on appelle des *blaches* dans le pays. Des forêts entières se sont relevées sur le sol des forêts détruites pendant la Révolution, mais que les habitants, mieux inspirés cette fois, avaient soumis de suite au régime forestier. Enfin, sur le même revers des hautes Alpes, les quartiers mis en réserve se distinguent au bout de deux ans des quartiers abandonnés aux troupeaux : les derniers sont nus et ravinés ; les premiers sont couverts de végétation, le sol s'est raffermi, et les ravins, tapissés de plantes touffues, semblent cicatrisés, comme des plaies sous l'influence d'un remède bienfaisant. Dans les deux quartiers, l'exposition, les pentes, le sol, sont les mêmes ; la mise en réserve seule a tranché la différence.

De son côté, M. Agénor de Gasparin cite à Pomerols, près de Tarascon, une petite montagne absolument semblable, pour la nature du terrain, à la plupart de celles qui l'environnent, et qui néanmoins est boisée, tandis que la chaîne entière des Alpines est privée de végétation. D'où vient cette différence ? De ce que la colline de Pomerols a été entourée d'une clôture et préservée de l'envahissement des brebis. Les genêts, les genévriers, les asphodèles, les thyms, les bruyères ont commencé à y prospérer ; le terrain s'est formé graduellement ; les chênes verts, qui existent

partout dans le Midi, mais que la dent des troupeaux maintient à l'état de misérables broussailles, ont pris un développement inattendu; d'autres essences se sont propagées, et peu à peu, le bois naturel a surgi.

Ainsi, grâce aux mesures simultanément recommandées aux propriétaires par l'un de nos premiers ingénieurs et le plus éminent de nos agronomes, le reboisement des montagnes, avec tous ses avantages pour l'avenir de nos contrées, pourrait se produire spontanément au bout d'un certain intervalle, et concourir ainsi au but vers lequel on s'efforce de diriger aujourd'hui tous les moyens indiqués par la science et l'observation.

Du commentaire auquel nous venons de nous livrer de la *Lettre de l'Empereur*, il résulte que la question a été posée dans ce document remarquable sur son véritable terrain. Tout fait donc espérer que, grâce à l'application pratique des principes et des vues qui s'y trouvent exposés, les populations de nos contrées seront, dans un avenir prochain, mises à l'abri des lamentables catastrophes qui ont marqué d'un triste et funèbre signe l'année 1856.

IX

NOUVELLES DÉCOUVERTES EN CHIMIE.

1

L'ozone. — Véritable nature de ce corps. — Sa découverte par M. Schönbein. — Ses curieuses propriétés. — Recherches contradictoires des chimistes concernant la nature de l'ozone. — Rôle de l'oxygène électrisé dans les principales réactions naturelles. — État actuel de la question.

Il a été beaucoup question de l'ozone pendant l'année 1856. Quelques chimistes ont eu recours à l'action de ce corps pour expliquer divers phénomènes d'une interprétation difficile. La véritable nature de l'ozone, ses curieuses propriétés sont devenues récemment, en Angleterre, le sujet de recherches très-attentives, qui ont eu pour résultat de dissiper l'obscurité qui cachait sa véritable origine. D'un autre côté, la météorologie s'est emparée de cet élément, qui avait totalement manqué à la science avant ces dernières années, et déjà, dans plusieurs observatoires de l'Europe, on enregistre chaque jour les observations *ozonométriques*. Enfin, pour couronner cet ensemble d'efforts, un livre *ex professo* a été publié sur l'ozone par un honorable et savant médecin principal des armées, M. Scoutetten, médecin en chef de l'hôpital militaire de Metz[1].

En raison de la nouveauté de sa découverte, beaucoup

1. *L'ozone, ou recherches chimiques, météorologiquss, physiologiques et médicales sur l'oxygène électrisé*, par H. Scoutetten. Un vol. in-18. Paris, 1856.

de nos lecteurs, il nous est permis du moins de le supposer, ne connaissent qu'imparfaitement l'ozone et ses propriétés. L'étude de ce corps, aujourd'hui à peine à sa naissance, est appelée à jouer dans la météorologie et la chimie un rôle très-important. Il ne sera donc pas inutile de présenter ici un exposé exact de l'histoire de ce curieux élément, de dire ce qu'est réellement et définitivement l'ozone, et d'essayer de discerner l'avenir qui lui est réservé dans les progrès futurs de la météorologie et de la chimie.

Dans les premiers temps de sa découverte, M. Schönbein considérait l'ozone comme un composé d'hydrogène et d'oxygène, comme un bioxyde d'hydrogène différent du bioxyde d'hydrogène de M. Thénard, et qui existait naturellement dans l'air. Mais Faraday et Berzélius y voyaient une simple modification moléculaire du gaz oxygène, un état *isomérique*, ou., comme le disait Berzélius, *allotropique* de l'oxygène. Par ce mot, Berzélius entendait une modification physique de ce corps simple, qui lui prêtait des qualités particulières et différentes de celles que nous connaissons à l'oxygène ordinaire. Enfin, pour d'autres expérimentateurs, l'ozone représentait un état particulier de l'azote, ou même un élément de l'azote. Cette incertitude sur la nature de l'ozone dura plusieurs années.

Un tel désaccord d'opinions n'est pas habituel aux chimistes, qui, ordinairement, ont entre les mains les moyens de trancher promptement toute difficulté qui peut s'élever sur la nature d'une substance nouvelle; mais cette divergence cessera d'étonner quand on connaîtra les conditions délicates et véritablement singulières au milieu desquelles l'ozone prend naissance.

C'est le chimiste Van Marum qui a mis le premier les observateurs sur la trace de ce corps singulier. Aujourd'hui que l'électricité statique est complétement délaissée

pour l'étude de l'électricité dynamique, c'est-à-dire celle qui existe dans la pile de Volta, et qui s'est montrée la plus féconde en applications utiles, on connaît fort peu les admirables travaux que Van Marum a exécutés, et les résultats qu'il a obtenus en étudiant l'électricité statique. Le chimiste hollandais avait construit, à la fin du siècle dernier, des machines électriques d'une puissance énorme, avec lesquelles il exécuta les nombreuses expériences que l'on trouve rapportées dans son livre[1]. La traduction du livre de Van Marum a paru en France en 1785, et, pour le dire en passant, elle présente une particularité assez curieuse : le dernier quart du volume est écrit en hollandais; le traducteur, n'ayant pas eu la force de mener son œuvre jusqu'au bout, se borne à transcrire les dernières pages dans la langue originale de l'auteur.

C'est en se servant de l'une de ses puissantes machines électriques, que Van Marum fit, en 1783, la première observation qui devait conduire plus tard à la découverte de l'ozone. On trouve décrites, au commencement de son ouvrage, les expériences qu'il exécuta en excitant, dans un tube plein d'oxygène, une succession d'étincelles de 5 pouces et demi de long[2]. Chaque expérience durait un quart d'heure, et on faisait passer dans le tube près de 5000 étincelles, car il en passait cinq ou six par seconde. L'oxygène, placé sur de l'eau pure, sur de l'eau de chaux ou sur la teinture de tournesol, et soumis de cette manière à l'action répétée des étincelles électriques, n'éprouva aucun effet visible au moment de l'électrisation; mais, dit Van Marum, « *en traversant cet air, nous remarquâmes qu'il avait pris une odeur très-forte, qui nous parut être très-clairement l'odeur de la matière électrique.* » Van

1. *Description d'une très-grande machine électrique placée dans le Muséum de Teyler, à Haarlem, et des expériments faits par le moyen de cette machine*, par Martinus Van Marum, in-4°, Haarlem, 1785.
2. *Van Marum*, t. 1, p. 112. Traduction française.

Marum reconnut encore que l'oxygène ainsi électrisé possède la propriété, qu'il ne présentait pas auparavant, de pouvoir se combiner avec le mercure à la température ordinaire.

Le curieux phénomène observé par le physicien de Harlem n'attira pourtant aucune attention jusqu'à l'année 1840, époque à laquelle un fait analogue fut signalé par M. Schönbein, professeur de chimie à Bâle, qui s'est rendu célèbre par la découverte de la poudre-coton. M. Schönbein s'occupait à décomposer l'eau au moyen de la pile de Volta. Il eut l'idée d'examiner les caractères de l'oxygène gazeux qui se dégageait au pôle positif, et il constata, avec surprise, que les propriétés de l'oxygène ainsi obtenu étaient loin d'être identiques avec celles de l'oxygène préparé par une autre méthode. Il présentait une odeur *sui generis*, rappelant celle du phosphore, ou mieux l'espèce d'émanation odorante qui s'échappe des corps fortement électrisés. M. Schönbein désigna ce gaz sous le nom d'*ozone*, du mot grec ὄζη, *odeur*, et il reconnut, par une étude attentive, que l'ozone présentait des caractères fort singuliers, que l'on peut résumer ainsi :

L'ozone est, à proprement parler, comme l'avait annoncé Berzélius, du gaz oxygène dont l'électricité a modifié les propriétés. En cet état, il est devenu éminemment apte à contracter des combinaisons chimiques, et il l'emporte de beaucoup, sous ce rapport, sur l'oxygène ordinaire. A la température habituelle, il s'unit à beaucoup de corps en présence desquels l'oxygène ordinaire demeure inactif. Il attaque à froid le mercure et l'argent; il chasse l'iode de ses combinaisons dans les iodures, s'unit directement à l'azote pour former de l'acide azotique, détermine la suroxydation du protoxyde de plomb, etc. Jouant toujours le rôle d'un agent énergique d'oxydation, l'ozone disparaît par l'action des agents réducteurs, tels que le charbon, le soufre, les sels de prot-

oxyde de fer, etc. Une température de 250 à 300 degrés suffit pour le ramener à l'état d'oxygène ordinaire.

On peut obtenir l'ozone par trois moyens : 1° en recueillant l'oxygène dégagé pendant la décomposition de l'eau par la pile de Volta, avec la précaution d'employer des conducteurs de platine ou d'or; 2° en laissant séjourner pendant un certain temps, dans un flacon rempli d'air, un bâton de phosphore en partie recouvert par l'eau et dont une petite portion est en contact avec l'air; 3° en faisant passer pendant longtemps une série d'étincelles électriques dans un ballon plein d'oxygène.

De tous ces moyens, le plus simple, selon M. Schönbein, consiste dans l'emploi du phosphore. Voici donc comment on opère pour se procurer une grande quantité d'air ozonisé.

Dans un ballon de 10 à 15 litres de capacité, on place une petite quantité d'eau et des bâtons de phosphore d'un centimètre de diamètre, de manière qu'ils plongent moitié dans l'air, moitié dans l'eau; on s'arrange pour maintenir la température de l'eau de 12 à 20 degrés, et l'on ferme imparfaitement le ballon. Au bout d'un certain temps de séjour du phosphore dans le ballon, l'opération est achevée; on s'en aperçoit à l'odeur que répand l'air ozonisé. On renverse alors le ballon dans une cuve à eau pour en faire sortir les bâtons de phosphore, qu'on retire, et on agite pour laver le gaz, qui constitue alors de l'ozone suffisamment pur. Que se passe-t-il dans cette opération? Les vapeurs de phosphore se combinent avec une partie de l'oxygène atmosphérique, et forment de l'acide hypophosphorique, qui se dissout immédiatement dans l'eau du flacon; cette combinaison chimique donne lieu à un dégagement d'électricité, qui, sans doute, agit sur le reste de l'oxygène de l'air et le transforme en ozone.

M. Schönbein a donné aux chimistes un moyen très-simple de constater la présence de l'ozone. Il suffit d'im-

prégner des bandes de papier d'un mélange d'amidon et d'iodure de potassium. Suspendus dans un gaz contenant de l'ozone, ces papiers bleuissent quand on vient à les humecter d'eau; le même résultat s'observe dans l'air atmosphérique *ozonisé*. Comment expliquer l'action de ce réactif? Le papier ioduré et amidonné bleuit parce que l'ozone, en vertu de sa puissante affinité pour les métaux, s'empare du potassium pour former de l'oxyde de potassium, et met ainsi en liberté l'iode, qui exerce alors sur l'amidon son action ordinaire, c'est-à-dire forme de l'iodure d'amidon bleu. La coloration bleue est d'autant plus intense que la quantité d'ozone contenue dans l'air est plus considérable.

M. Schönbein a eu l'idée de se servir de cette intensité comparative de la coloration des papiers, pour former une sorte d'instrument destiné à mesurer des quantités d'ozone contenues dans un gaz ou dans l'air: c'est ce que l'on nomme un *ozonomètre*, ou mieux, un *ozonoscope*. Une échelle comparative de coloration bleue sert à marquer les diverses quantités d'ozone contenues dans le gaz que l'on examine Dans la construction de ce petit appareil de mesure, on admet dix nuances : le numéro 10 représente le degré maximum d'intensité de coloration, et par conséquent, le maximum d'ozone; 0 est le blanc ou l'absence de l'ozone.

En 1854, des expériences exécutées par MM. Edmond Becquerel et Frémy, ont dissipé des doutes qui ont longtemps régné sur l'origine et sur la nature de l'ozone. Déjà, avant cette époque, MM. Marignac et de la Rive, à Genève, s'étaient efforcés d'établir, en soumettant de l'oxygène pur et sec à l'action d'une série d'étincelles électriques, que l'ozone n'est que de l'oxygène modifié par l'électricité. Par leurs expériences, exécutées plus rigoureusement encore, MM. Edmond Becquerel et Frémy montrèrent qu'un volume limité de gaz oxygène sec et très-pur, soumis pendant

plusieurs jours à l'influence d'une série d'étincelles électriques, devient entièrement absorbable par l'argent métallique ou l'iodure de potassium humides. L'oxygène avait été préparé par les méthodes les plus diverses et parfaitement purifié. Enfermé dans un tube de verre, il fut soumis à l'action d'une série d'étincelles produites par une machine électrique ordinaire, ou par la machine à induction de Rhumkorf. Il se transforma ainsi en ozone reconnaissable à toutes ses propriétés. Aussi MM. Becquerel et Frémy proposèrent-ils, à la suite de leur travail, de remplacer le nom d'ozone par la désignation plus simple d'*oxygène électrisé*.

Cependant, malgré la netteté des résultats obtenus par MM. Becquerel et Frémy, il régnait encore de l'incertitude dans l'esprit des savants sur la nature de l'ozone, par suite d'expériences dues à des chimistes anglais d'un grand mérite, MM. Williamson et Baumert. On a vu, par ce qui précède, que l'ozone a été obtenu par M. Schönbein dans plusieurs circonstances bien différentes : 1° lorsqu'on fait passer des étincelles électriques à travers l'air; 2° lorsque l'eau pure, ou tenant en dissolution certains acides ou certains sels, est décomposée par la pile, la nouvelle substance apparaissant au pôle positif avec l'oxygène; 3° quand certains corps, et notamment le phosphore, s'oxydent lentement à l'air, à la température ordinaire. On pouvait se demander si, dans ces diverses circonstances, c'est toujours la même matière qui se produit, et si M. Schönbein n'avait pas confondu sous le nom d'ozone des substances de composition différente, quoique semblables par leurs propriétés. Cette dernière hypothèse paraissait autorisée par les expériences de MM. Williamson et Baumert.

M. Williamson avait, en effet, observé qu'il se forme de l'eau lorsque l'ozone, obtenu par la pile de Volta, est mis en présence du cuivre chaud. M. Baumert obtint le même

résultat en faisant passer un courant d'ozone préparé par la pile, à travers un tube contenant de l'acide phosphorique anhydre et chauffé au rouge sur un point. Ce dernier chimiste crut pouvoir conclure de ces faits que l'ozone n'était que du peroxyde d'hydrogène.

Il semblait donc résulter des expériences de ces deux chimistes, qu'il existait au moins deux substances que l'on avait confondues sous le nom d'ozone : que l'ozone formé par l'action d'étincelles électriques sur l'oxygène était bien, à la vérité, de l'oxygène dans un état particulier ou *allotropique*, mais que celui que l'on obtenait par la pile de Volta pendant la décomposition de l'eau, était un peroxyde d'hydrogène.

Tel était l'état de nos connaissances sur la nature de l'ozone, lorsqu'un chimiste anglais, M. Andrews, a entrepris de soumettre cette question à un examen nouveau.

L'appareil dont M. Andrews s'est servi pour ses expériences, permettait de faire passer un courant d'ozone obtenu par la pile, d'abord à travers un tube à boules de Liebig, garni d'une solution d'iodure de potassium acidulée avec un peu d'acide chlorhydrique, ensuite à travers un second tube rempli d'acide sulfurique concentré. Le mélange d'oxygène et d'ozone, en traversant la solution d'iodure alcalin, mettait l'iode en liberté et formait de la potasse caustique qui se combinait avec l'acide chlorhydrique. L'oxygène ou l'ozone se trouvait nécessairement retenu, soit dans un tube chargé d'iodure potassique, s'il n'était autre chose que l'oxygène allotropique; soit dans le même tube et dans le suivant, qui, étant rempli d'acide sulfurique, devait absorber l'eau qui se serait formée, dans le cas où l'ozone aurait été un oxyde d'hydrogène. La différence du poids des deux tubes, avant et après l'opération, représentait donc le poids de l'ozone.

Or, en faisant passer lentement 10 litres d'ozone obtenu par la pile à travers cet appareil, et en tenant compte de

toutes les circonstances qui auraient pu influencer les résultats de l'expérience, M. Andrews a constaté que l'iode mis en liberté correspondait à un poids d'oxygène précisément égal à celui de l'ozone absorbé par la liqueur iodurée, et qu'en conséquence l'ozone ne renfermait pas d'hydrogène.

L'auteur ne s'est pas contenté d'une seule expérience pour établir ce fait : sa démonstration est fondée sur six expériences successives, dont les durées, parfaitement concordantes, ont fait voir en même temps que l'oxygène provenant de la décomposition de l'eau contenait seulement 1/250 de son poids d'ozone.

M. Andrews ne s'en est pas tenu à ce résultat; il s'est encore assuré, par des expériences directes, qu'il ne sé forme point d'eau pendant la décomposition de l'ozone par la chaleur, et que ce corps ne renferme ni azote ni aucun principe étranger à l'oxygène.

Après avoir prouvé que l'ozone ne renferme que de l'oxygène, il restait à démontrer que ses propriétés sont identiques, soit qu'il provienne de la décomposition électrique de l'eau, soit qu'il ait été formé par l'action répétée de l'étincelle électrique sur l'air, ou enfin par l'emploi du phosphore. C'est ce que M. Andrews démontre par d'autres preuves que nous omettrons ici.

Une des propriétés les plus remarquables de l'ozone, c'est sa conversion, par la chaleur, en oxygène ordinaire. Pour déterminer la température à laquelle cette transformation s'opère, M. Andrews a soumis l'ozone à la température d'un bain de mercure graduellement échauffé; l'ozone a été examiné, au sortir de cette épreuve, à l'aide du papier d'iodure de potassium amidoné. La quantité d'ozone n'a pas paru diminuer sensiblement jusqu'à 230 degrés centigrades; à 235, la réaction sur le papier était encore très-forte; mais entre 235 et 240 degrés, elle a entièrement disparu. M. Andrews fait remarquer, à ce propos, que

le temps est un élément très-important dans l'action de la chaleur sur l'ozone. A la température de 100 degrés, il est lentement détruit; M. Andrews est même convaincu que, dans un tube hermétiquement fermé, il se convertirait à la longue en oxygène à la température ordinaire.

En résumé, les remarquables expériences du chimiste anglais établissent : 1° que l'ozone ne peut, en aucune manière, être considéré comme un peroxyde gazeux d'hydrogène; 2° que l'ozone, quelle que soit la source d'où il dérive, est un seul et même corps, possédant des propriétés et une constitution identiques; qu'il n'est point un corps composé, mais bien de l'oxygène modifié et dans un état particulier.

Tels sont les caractères et l'histoire abrégée de l'ozone, ce corps singulier issu des travaux récents de la chimie.

Mais cet agent, qui nous apparaît comme le produit artificiel d'expériences délicates accomplies dans les laboratoires, existe-t-il dans la nature? En certaines circonstances, peut-il faire partie constituante de l'air, et peut-on se proposer, dès lors, d'étudier son action sur nos organes en état de santé, et l'influence qu'il peut exercer sur le développement des plantes et des animaux? Cette question a été résolue affirmativement. Le moyen de recherches, pour cette nouvelle espèce d'observations météorologiques, était des plus simples, et l'on n'a pas manqué de le mettre en pratique. On savait déjà, d'après les observations faites dès l'origine par M. Schönbein, que, si l'on expose à l'air libre le réactif ordinaire de l'ozone, c'est-à-dire le papier ioduré et amidoné, on observe souvent des signes manifestes de la présence de l'ozone dans l'atmosphère. L'existence de ce corps dans l'air n'a rien d'ailleurs qui doive étonner. L'ozone est, avons-nous dit, le résultat de l'action répétée des étincelles électriques sur l'oxygène gazeux. Or,

l'électricité qui se trouve constamment dans l'air et qui se décharge à certains intervalles, peut avoir pour effet de transformer en ozone l'oxygène atmosphérique.

M. Th. Bœckel, médecin à Strasbourg, a eu, l'un des premiers, la pensée de soumettre à une observation attentive les variations de la quantité d'ozone contenue dans l'air. Il s'est servi, pour cette recherche, de l'*ozonoscope* de M. Schönbein, c'est-à-dire de l'échelle comparative de coloration fournie par le papier ioduré et amidoné bleui. De son côté, M. Simonnin père, médecin de Nancy, se livrait à la même époque à ce genre de recherches.

Des observations du docteur Bœckel, il semble résulter que, rappelant en cela l'électricité météorique, l'ozone existe en quantité maximum de huit à dix heures du matin et de six à huit heures du soir; le minimum s'observe de deux à quatre heures du soir; un peu plus tôt en été et un peu plus tard en hiver.

D'après les observations de MM. Simonnin, de Nancy, et Bœckel, au printemps et en été, il se développerait plus d'ozone pendant le jour, tandis qu'il s'en produit davantage pendant la nuit durant les mois d'automne et d'hiver.

L'exemple donné par MM. Simonnin et Bœckel n'a pas tardé à être suivi, et dans ce moment, un grand nombre de personnes s'occupent d'observations météorologiques, en vue de constater les variations de l'ozone. Depuis plusieurs années, M. Schönbein poursuit ce genre d'observations à Bâle; M. Wolf, professeur de physique à Berne, a publié quelques-unes de ses recherches; M. Simonnin continue, depuis 1853, ses observations à Nancy; M. Bérigny a présenté à l'Académie des sciences de Paris quelques recherches qu'il a faites à Versailles; M. Pouriau en fait également à la Saulsaie, département de l'Ain; M. Decharmes continue à Amiens ses observations ozonométriques; le docteur Guillard en fait en Amérique; M. Grellois à Constan-

tinople; on s'en occupe à Athènes[1], à Alger[2], en Italie, en Allemagne, et déjà plusieurs savants de l'autre côté du Rhin ont fait paraître des publications contenant les recherches faites à Munich, à Kœnigsberg, Berlin, Vienne, etc.; on en fait encore dans tous les observatoires météorologiques de l'Autriche, et chaque jour voit surgir un travail nouveau contenant des observations recueillies en divers lieux.

C'est pour résumer cet ensemble de travaux que M. Scoutetten a publié sur l'*ozone* le petit volume que nous avons annoncé au commencement de ce chapitre. L'auteur ne s'est pas borné, dans cet ouvrage, à exposer les travaux de ses prédécesseurs. Il a donné, avec de grands détails, le résultat de ses propres expériences sur ce sujet. M. Scoutetten paraît animé d'un grand enthousiasme pour les vertus de l'ozone; cet élément lui semble appelé à tenir une grande place dans les travaux à venir de la météorologie, de la chimie, de la physiologie végétale et animale. Ces espérances nous paraissent d'ailleurs fondées. Comme les propriétés de l'ozone diffèrent notablement de celles de l'oxygène ordinaire, et que les phénomènes d'oxydation s'accomplissent d'une manière beaucoup plus énergique avec cet état nouveau de l'oxygène, sa présence au sein de l'atmosphère ne saurait être sans influence sur les actions chimiques qui se passent dans l'air, sur les phénomènes de la vie des plantes et de celle des animaux. Comment douter, par exemple, que le blanchiment des toiles par l'action de l'air et de la rosée ne soit dû à l'ozone atmosphérique? que la pureté et la salubrité de l'air de la campagne ne s'expliquent par la prédominance de l'ozone dans cet air? etc. Sans doute il faut procéder avec prudence dans l'adoption de ces vues nouvelles, qui, par la séduction même qu'elles exercent sur les esprits, peu-

1. *Abeille médicale d'Athènes*, cahier de février 1856.
2. *Gazette médicale de l'Algérie*, janvier 1850.

vent entraîner à des exagérations et à des erreurs. Mais, d'un autre côté, on ne saurait mettre en doute l'influence de cet élément nouveau dans beaucoup de réactions naturelles. L'étude de l'ozone, l'examen de son action sur l'économie végétale et animale, son rôle dans les grands phénomènes qui s'accomplissent sur notre globe, au moyen de l'oxygène, son influence sur les maladies, etc., etc.; voilà un sujet brillant et nouveau qui s'offre aux expériences des observateurs, et il est à désirer que chimistes et médecins s'empressent de se livrer, dans ce but, à une série de recherches entreprises sous différentes constitutions médicales, et en différents pays. Ainsi la lumière se trouverait portée dans l'obscurité qui couvre encore cette belle question. L'élan est donné, du reste, ainsi qu'on vient de le voir par l'énumération des travaux qui se préparent ou qui sont en voie de s'accomplir dans cette direction. Il est donc certain qu'avant peu d'années, on verra se produire dans la science les résultats utiles et positifs de cette intéressante découverte[1].

1. Un jeune chimiste italien, M. de Luca, a fait une observation très-importante qui s'explique par la production de l'ozone. En faisant passer très-lentement de l'air ozonisé humide, pendant trois mois environ (octobre, novembre et décembre), principalement pendant la nuit, sur du potassium et sur de la potasse pure, M. de Luca a obtenu de l'azotate de potasse, qu'il a été facile de séparer des solutions alcalines à l'aide de la cristallisation. Le volume total de l'air employé dans cette belle expérience a été de 7000 à 8000 litres. L'air venait s'*ozoniser* dans un grand flacon contenant du phosphore sous une couche d'eau. Le contact du phosphore à froid a, en effet, pour résultat de changer l'oxygène de l'air en ozone, et c'est par ce moyen, fort simple, que M. de Luca a pu se procurer l'ozone employé dans ses expériences. Après avoir traversé le flacon contenant le phosphore, l'air passait sur du coton cardé, ensuite dans un appareil, d'une forme particulière, à potasse et à acide sulfurique. Il se débarrassait ainsi des matières en suspension et des substances azotées. Il était alors dirigé sur la potasse.

C'est en opérant ainsi que M. de Luca est parvenu à reconnaître que l'air *ozonisé* se transforme en acide azotique sous l'influence de la potasse. Il est à croire que la pratique industrielle tirera un important parti de ce fait pour la préparation artificielle de l'azotate de potasse, et par conséquent de l'acide azotique. Grâce à la belle obser-

En rapportant les faits que nous venons de signaler, nous nous sommes renfermé dans la limite des résultats fournis par l'expérience. Ce serait abandonner cette voie que de reproduire les assertions qui, à diverses reprises, ont été émises, à propos de l'ozone, par plusieurs savants. D'après M. Schönbein, on aurait observé, en 1855, une quantité considérable d'ozone dans l'atmosphère de Berlin, pendant une épidémie de grippe, et sous une constitution médicale prédisposant aux affections de poitrine. L'inverse aurait eu lieu sous le règne d'une constitution gastrique, et notamment pendant le choléra : dans cette dernière circonstance, on aurait constaté une absence totale d'ozone. S'il faut s'en rapporter au docteur Bœckel, « la *malaria* se montre toujours avec le zéro de l'ozonoscope ; et, lorsque les fièvres paludéennes règnent fortement, pareille chose a lieu. » D'après le même observateur, à Strasbourg, l'apparition du choléra aurait coïncidé avec l'absence d'ozone, et cet élément aurait reparu quand l'épidémie fut en décroissance. Enfin, selon le docteur Gaillard qui a publié, en 1855, dans le recueil américain *Charleston's medical Journal* un travail sur ce sujet, on aurait observé en Amérique une relation manifeste entre l'*ozonisation* de l'air et l'apparition des fièvres intermittentes. Toutes ces vues sont en ce moment prématurées. Ce n'est qu'à l'observation future qu'il appartient de prononcer sur des appréciations si délicates. Avant que des recherches très-rigoureuses soient exécutées dans cette direction, et que les résultats en aient été sévèrement discutés, toute pensée hasardée à ce propos serait téméraire ou inutile. Par l'exposé qui précède, nous avons voulu seulement mettre entre les mains de nos lec-

vation de M. de Luca, il sera donc probablement permis de fabriquer bientôt artificiellement et à peu de frais de l'azotate de potasse ou de soude que la nature seule a fourni jusqu'ici, et qui est consacré dans les manufactures à la préparation de l'acide azotique, dont l'emploi est si répandu dans les arts.

teurs les éléments qui composent cette intéressante question, et montrer que les faits relatifs à l'ozone, reposant sur un fondement certain, méritent, à ce titre, d'exciter l'intérêt du public et des savants.

2

Le verre dévitrifié ou la porcelaine de Réaumur. — Action de l'eau sur le verre réduit en poudre.

M. Pelouze a étudié le phénomène, fort peu connu jusqu'ici, de la *dévitrification du verre*.

La transparence parfaite et l'homogénéité de structure qui distinguent le verre, c'est-à-dire les propriétés toutes spéciales qui font l'utilité de ce produit, sont susceptibles de disparaître par l'action d'une simple cause physique. Si l'on prend une masse de verre limpide et transparente, et qu'après l'avoir chauffée au rouge, on la laisse refroidir très-lentement, ou bien encore si on l'entretient longtemps à une température insuffisante pour la fondre, mais suffisante pour la ramollir, on observe que le verre change peu à peu d'aspect; de transparent qu'il était, il devient opaque et paraît formé d'une agglomération de cristaux qui changent complétement sa structure intérieure. En cet état, le verre présente l'aspect d'une poterie à pâte blanche; il ressemble à la porcelaine.

Réaumur a le premier étudié cette curieuse modification du verre; c'est pour cela que le verre dévitrifié porte le nom de *porcelaine de Réaumur*.

Ce physicien qui, depuis 1717 jusqu'en 1739, s'était occupé plusieurs fois d'une manière spéciale de la dévitrification du verre, avait essayé d'introduire dans l'industrie le produit qui en résulte. Analogue, par son aspect et jusqu'à un certain point par sa composition chimique, à la porcelaine, et obtenu à plus bas prix, le verre dévitrifié

aurait pu, dans un certain nombre de cas, la remplacer avec avantage. Pendant un certain temps, on fabriqua, avec la *porcelaine de Réaumur*, des bouteilles, des carreaux d'appartement, des porphyres, des mortiers, des vases de diverses formes, des capsules et des tubes destinés à certaines opérations de chimie. Mais les espérances que l'on avait conçues pour l'application de cette matière nouvelle aux usages de l'industrie et des arts ne furent point réalisées.

Deux circonstances rendent en effet très-difficile la fabrication industrielle, c'est-à-dire économique, des objets façonnés en verre dévitrifié. La nécessité de soumettre ces objets à un ramollissement prolongé devient un obstacle à la conservation de leurs formes; en second lieu, la longueur de l'opération nécessite de grandes dépenses de combustible et de main-d'œuvre.

Cependant les difficultés que présente la fabrication industrielle de la *porcelaine de Réaumur* sont loin d'être insurmontables; et, selon M. Pelouze, il ne serait pas impossible de fabriquer aujourd'hui des plaques de verre dévitrifié d'un volume assez considérable, imitant la belle porcelaine, et qui pourraient la remplacer dans certains cas. Ces plaques, quoique très-dures, sont douces et polies comme les glaces.

La manière la plus facile et la plus simple de préparer le verre dévitrifié, consiste à soumettre à un ramollissement prolongé une feuille de verre à vitre, ou mieux un morceau de verre à glace. Au bout d'un temps qui varie selon la nature du verre et la température employée, mais qui est compris, en général, entre vingt-quatre et quarante-huit heures, la dévitrification est complète. La plaque ressemble, alors, à un morceau de porcelaine, mais on l'en distingue facilement quand on la brise. On la trouve, en effet, formée d'aiguilles opaques, ténues et serrées, parallèles les unes aux autres et perpendiculaires à la sur-

face du verre. Le verre à vitres, et surtout le verre à bouteilles dévitrifiées, se présentent parfois en aiguilles d'un jaune verdâtre, tantôt petites et courtes, tantôt, au contraire, longues de plus d'un centimètre, fortement adhérentes les unes aux autres, et entrelacées dans tous les sens.

Le verre dévitrifié est un peu moins dense que le verre transparent; sa dureté est considérable, car il fait feu au briquet. Quoique cassant, il l'est beaucoup moins que le verre ordinaire; il est mauvais conducteur de la chaleur. Une plaque de verre dévitrifié conduit très-bien l'électricité des machines; le verre dévitrifié ne pourrait donc être employé comme corps isolant dans les appareils d'électricité, au lieu du verre ordinaire.

C'était une opinion depuis bien longtemps répandue que le verre dévitrifié était presque infusible, et sous ce rapport, analogue à la porcelaine, qui résiste, sans entrer en fusion, aux températures les plus hautes. Mais M. Pelouze s'est assuré de l'inexactitude de cette opinion. Le verre cristallisé fond presque aussi facilement que le verre amorphe dont il provient. A cet égard, les ouvriers n'établissent pas, en général, de différence, bien qu'il semble pourtant que le verre cristallisé soit un peu plus difficile à fondre que le verre ordinaire.

La dévitrification est rendue beaucoup plus facile par l'introduction de matières réfractaires, c'est-à-dire difficilement fusibles, dans le verre, tenu en fusion dans un creuset : les cendres, le sable, et, résultat bien plus singulier, le verre lui-même réduit en poudre fine, accélèrent le phénomène.

C'était encore une opinion généralement admise que le verre dévitrifié diffère, par sa composition, du verre transparent. M. Pelouze a reconnu le contraire par l'expérience et par l'analyse. Selon ce chimiste, le verre, en se dévitrifiant, ne subit aucune altération, ni dans la na-

ture, ni dans la proportion des matières qui le constituent. Ce fait résulte d'un grand nombre d'analyses du verre cristallisé et du verre transparent.

M. Pelouze a exécuté une expérience très-intéressante, qui prouve d'une manière décisive que la dévitrification consiste uniquement dans un simple changement physique du verre. Il a pesé des plaques de verre transparent et les a maintenues sur la sole d'un four, jusqu'à ce que la dévitrification fût complète, ce qui a lieu ordinairement après vingt-quatre heures ou, au plus, quarante-huit heures. Le poids de ces plaques ainsi dévitrifiées est constamment resté le même. La dévitrification n'amène donc ni perte ni gain d'aucune substance chimique; et le verre cristallisé ne peut devoir cet état qu'à l'action de la chaleur, qui a pour effet de donner aux molécules de ce corps un arrangement particulier et nouveau, d'où résulte, dans le verre longtemps chauffé, une structure cristalline et par conséquent l'opacité.

Le même chimiste dont nous venons de rapporter les curieuses observations sur la *porcelaine de Réaumur*, a découvert des faits très-curieux relativement à l'action que l'eau peut exercer sur le verre. Depuis des siècles on met l'eau en contact avec des vases de verre à toutes les températures, et chacun sait bien que cette substance ne subit aucune altération bien sensible par l'action de l'eau. Mais si, au lieu de prendre du verre poli et transparent, comme celui qui sert à former nos différents vases, on prend du verre réduit en poudre fine, on observe qu'en cet état, il est extrêmement attaquable par l'eau froide ou bouillante, et par les divers réactifs. M. Pelouze a reconnu que, par la seule action de l'eau bouillante, le verre pulvérisé peut perdre jusqu'au tiers de son poids. Ainsi, tandis que l'eau bouillante n'altère qu'avec une lenteur excessive les vases de verre dans lesquels on la maintient en ébul-

lition, elle décompose avec une facilité extraordinaire le verre en poudre. Il est bien singulier, remarquons-le, qu'une altération aussi profonde, exercée par la simple action de l'eau sur une de nos matières les plus usuelles, n'ait pas été découverte plus tôt, et qu'il ait fallu arriver jusqu'à nos jours pour constater un fait dont l'observation semble si facile.

On savait bien, en effet, que le verre transparent et poli, celui qui sert à la confection des vases, est faiblement attaqué par l'eau à la suite d'une ébullition très-longuement entretenue; mais on ignorait complétement le fait curieux signalé par M. Pelouze, de l'action qu'exerce l'eau, froide ou bouillante, sur le verre en poudre.

Les premiers chimistes qui ont constaté la faible action dissolvante que l'eau exerce sur le verre transparent et en masses vitreuses, sont Schéele et Lavoisier. Exécutées à l'époque de la création de la chimie, les expériences de ces savants illustres avaient pour but de rechercher si, conformément à l'opinion scientifique de cette époque, l'eau pouvait se changer en terre.

Pour démontrer le phénomène de la conversion de l'eau en terre, les chimistes du dernier siècle invoquaient ce fait, que l'eau la plus rigoureusement pure, quand on la fait évaporer dans un vase de verre, laisse toujours, après cette évaporation, un faible résidu terreux : on pensait que ce résidu terreux provenait d'une partie de l'eau employée, qui s'était changée en terre pendant l'évaporation. Schéele prouva par ses expériences que ce résidu terreux ne provenait nullement d'une transformation de l'eau, mais simplement de l'altération des parois du vase de verre où se faisait l'évaporation, le verre cédant à l'eau bouillante de la chaux, de la soude, ou divers autres de ses éléments constituants (le verre est, comme on le sait, un silicate à bases de soude, de chaux et d'alumine).

Schéele plaça dans un petit vase de verre un quart

d'once d'eau bien pure, il fit bouillir cette eau, et boucha hermétiquement le vase plein d'eau en ébullition. Le disposant alors sur une lampe allumée, il entretint l'ébullition de l'eau dans l'intérieur de ce vase fermé; cette ébullition fut maintenue, sans interruption, pendant douze jours et douze nuits.

« Au bout de deux jours, dit Schéele, l'eau avait un aspect blanchâtre; six jours étant révolus, elle était comme du lait, et, en douze jours, elle paraissait épaisse. Tout étant refroidi, je ne remuai point le matras, pour que la poudre blanche pût se déposer, ce qui n'eut lieu qu'au bout de deux jours. J'en décantai l'eau, dont les propriétés étaient de dégager l'alcali volatil du sel ammoniac avec lequel on la méla, d'être coagulée par l'acide vitriolique, de précipiter les solutions métalliques, de verdir le sirop de violettes, et de devenir gélatineuse à l'air libre : la terre blanche, très-déliée, se comportait comme de la terre vitrifiable, mêlée avec très-peu de chaux. Je cassai le matras, et je trouvai que sa surface intérieure était mate et sans brillant jusqu'à la hauteur où l'eau bouillante montait : ce qui ne fut visible que lorsque le verre fut sec. Pouvais-je donc encore douter que l'eau, par une longue ébullition, ne décomposât le verre? N'ai-je pas ici une véritable liqueur des cailloux? Il s'en faut donc bien que la terre que j'ai obtenue dût son origine à l'eau. »

Lavoisier, qui s'occupa en même temps que Schéele de la question de la conversion de l'eau en terre, arriva au même résultat que le chimiste suédois, et prouva aussi, de son côté, que les sédiments terreux trouvés au fond des vases de verre où l'on a évaporé de l'eau, proviennent uniquement des parois du vase qui a été altéré et attaqué par l'eau bouillante.

Pour démontrer ce fait, Lavoisier renferma de l'eau dans un alambic de verre, que l'on nommait *pélican*, et qui était disposé de manière à reporter continuellement dans le corps du vase le liquide provenant de la distillation, qui, par ce moyen, pouvait s'entretenir sans cesse.

« Après une distillation de 101 jours, dit Lavoisier, le poids total du vase et de l'eau est demeuré le même ; mais l'eau ayant été séparée de son sédiment, l'appareil s'est trouvé diminué de poids sensiblement, et l'eau est augmentée de la même quantité. Enfin, l'eau séparée de son sédiment et distillée de nouveau, a formé un nouveau dépôt semblable au premier, qui, y étant joint, était un peu supérieur en poids à ce que le pélican avait perdu. D'où résultent deux vérités également importantes : la première, que la nature de l'eau n'est pas altérée par la distillation, et la seconde, que le verre est dissoluble dans l'eau. Pendant l'espace de 101 jours, l'alambic de verre n'avait perdu que 17 grains, soit 0 gr. 900. »

Il résultait donc des observations de Schéele et de Lavoisier, que l'eau altère le verre par une ébullition prolongée. Mais le fait, si bien établi par ces deux savants, avait été en quelque sorte oublié pendant un grand nombre d'années, et les chimistes ne lui avaient pas accordé l'attention qu'il méritait. M. Chevreul avait seul signalé, en 1811, une décomposition du verre, pendant ses expériences sur la matière colorante du campêche, et plus tard il constata, dans les verres à base de plomb, une altération du même ordre.

Ainsi, tous les chimistes qui se sont occupés accidentellement ou directement de cette question n'avaient jamais considéré que l'action de l'eau sur le verre transparent, vitreux et poli, tel qu'il existe dans nos vases usuels. M. Pelouze a eu l'idée d'examiner l'action de l'eau froide ou bouillante sur le verre réduit en poudre, et il a obtenu, avec cet état physique du verre, des résultats vraiment surprenants.

L'expérience suivante, rapportée par M. Pelouze, donne une démonstration, élégante et positive tout à la fois, du fait de la différence d'altérabilité du verre sous les deux états vitreux et pulvérulent.

Selon M. Pelouze, une fiole d'un demi-litre de capacité environ, perd à peine 1 décigramme de son poids, après qu'on y a fait bouillir de l'eau pendant cinq jours entiers.

Mais si l'on coupe le col de cette même fiole et qu'on le pulvérise, si on fait bouillir cette poudre dans le même vase et pendant le même temps, elle subit alors une décomposition qui représente jusqu'au tiers de son poids.

D'un autre côté, le même vase, qui aurait contenu de l'eau froide pendant des années, sans éprouver une perte de poids appréciable, si on le pulvérise, subit, par le simple contact de l'eau froide pendant quelques minutes, une décomposition représentant 2 à 3 pour 100 de son poids.

Les verres blancs réduits en poudre, finement porphyrisés, et traités par l'eau bouillante, cèdent à l'eau de 5 à 10 pour 100 de leur poids de matières solubles.

Voici quelques autres résultats curieux obtenus par M. Pelouze.

Les acides minéraux attaquent facilement le verre quand il a été réduit en poudre.

Toutes les sortes de verres qu'on trouve dans le commerce, verre à glaces, à vitres, à bouteilles, cristal, *flint-glass* et autres verres d'optique, réduites en poudre fine et abandonnées au contact de l'air, se décomposent lentement, absorbent peu à peu l'acide carbonique, et au bout de peu de temps, font une vive effervescence avec les acides. La même effervescence se produit avec les acides dans un mélange d'eau et de verre en poudre qu'on a abandonné à l'air libre pendant quelques jours. L'eau acide contient une grande quantité de soude et de chaux.

Le verre en poudre fine, bouilli avec de l'eau dans laquelle on fait passer un courant d'acide carbonique, absorbe ce gaz en quelques instants, et donne aussitôt une vive effervescence avec les acides.

Le verre en poudre, maintenu pendant plusieurs heures en ébullition avec du sulfate de chaux, produit une quantité notable de sulfate de soude. Cette réaction explique pourquoi les murs et le sol des ateliers dans lesquels on *doucit* les glaces, se recouvrent toujours d'efflorescences

consistant en sulfate de soude : le plâtre qui sert au scellage des glaces fournit l'acide sulfurique, et le verre fournit la soude.

Tous les verres, réduits en poudre fine, ramènent instantanément au bleu le papier et la dissolution rouge de tournesol, et verdissent immédiatement le sirop de violettes : c'est la conséquence de leur altération par l'eau.

Le cristal en poudre fine, agité pendant quelques instants avec de l'eau froide mêlée avec une très-petite quantité d'acide, donne, avec l'hydrogène sulfuré, un dépôt noir de sulfure de plomb. Après une demi-heure d'ébullition avec de l'eau et l'addition d'un acide, 5 grammes de cristal en poudre ont fourni $0^{gr},050$ de sulfure de plomb, ce qui correspond à une décomposition d'environ 3 pour 100 de cristal. Le *flint-glass*, qui est plus chargé d'oxyde de plomb, subit une décomposition plus considérable encore.

Le verre dévitrifié se comporte avec l'eau comme le verre ordinaire ; seulement, il semble encore plus facile à décomposer.

En résumé, le verre réduit en poudre se décompose au contact de l'eau ou de l'air avec une rapidité et une facilité qui semblent bien extraordinaires quand on réfléchit à la grande stabilité des vases et autres objets en verre coulé. La surface du verre sous cette dernière forme serait-elle dans un état particulier qui en modifierait les qualités ? Cette explication est peu admissible. Il semble plus simple de ne voir dans la différence d'action à la part de l'eau sur le verre transparent ou réduit en poudre, qu'une différence dans le degré de cohésion et de résistance mécanique. L'état pulvérulent du verre augmentant considérablement les surfaces qu'il présente à l'action des dissolvants et des réactifs, et la facilité des mouvements dans les liquides mis en contact avec lui se trouvant accrue, toutes ces circonstances hâtent sans doute son altération par l'eau.

Quoi qu'il en soit, les faits de l'ordre de ceux que vient de signaler M. Pelouze ne resteront pas probablement isolés. Il sera utile de les multiplier et d'examiner l'action qu'exercent l'eau et l'air sur certains minéraux, qu'on n'a sans doute considérés jusqu'ici comme inattaquables par l'eau, que parce qu'on ne les a pas mis en contact avec ce liquide après les avoir pulvérisés. Les mêmes essais, répétés sur ces minéraux réduits en poudre, amèneront peut-être à constater leur altérabilité par l'eau, résultat qui ne serait pas sans importance pour l'histoire minéralogique de notre globe.

5

Causes de l'altération spontanée des épreuves photographiques. — Spécimens microscopiques obtenus par la photographie.

Les photographes se montrent préoccupés depuis quelque temps d'une question bien digne, en effet, d'éveiller leur sollicitude. Il est malheureusement reconnu que beaucoup d'épreuves photographiques, quand elles n'ont pas été préparées avec les soins convenables, s'altèrent visiblement à l'air, perdent leurs teintes, pâlissent et finissent par disparaître en grande partie. On comprend toute la gravité de ce fait, et quelle menace il apporterait à l'avenir des arts photographiques. Comme rien, dans l'apparence extérieure, ne distingue une épreuve solide et bien fixée d'une épreuve altérable, personne ne peut être assuré d'avance de conserver indéfiniment une image daguerrienne. Et quelle triste déconvenue si l'on voyait un jour s'évanouir et disparaître entre ses mains une image photographique à laquelle tant de souvenirs peuvent se rattacher; si toutes ces vues, ces portraits, ces monuments, ces paysages, tous ces doux enfants de la lumière complaisante, étaient condamnés à périr!

Les photographes de tous les pays se sont mis à l'œuvre

pour prévenir les effets d'un accident si fâcheux. La première recherche à faire, c'était d'étudier la véritable nature de l'altération subie par les épreuves photographiques. C'est le travail qu'ont entrepris deux jeunes chimistes qui s'occupent avec grand succès d'études photographiques. Par le soin qui a présidé à leur accomplissement, autant que par les résultats qu'elles ont fournis, ces recherches sont d'une certaine importance, et nous croyons utile d'en faire connaître les principaux résultats.

Quand une épreuve positive a été obtenue, on se sert pour la fixer, c'est-à-dire pour la débarrasser de l'excès du chlorure d'argent et l'empêcher de noircir au contact ultérieur de la lumière, d'une dissolution d'hyposulfite de soude: elle sort de ce bain avec une teinte rouge fauve. Mais, comme cette teinte n'est pas d'un effet agréable à l'œil, on cherche à la remplacer par une autre, et on y parvient en laissant séjourner l'épreuve dans un bain dit de *virage*, qui se compose d'hyposulfite de soude additionné soit d'acide acétique, soit de chlorure d'argent. L'épreuve acquiert ainsi une belle teinte noire. Mais l'expérience a montré que les épreuves ainsi *virées* offrent peu de solidité, et sont exposées à pâlir et à s'altérer au contact de l'air humide.

MM. Davanne et Girard pensent que l'altération que subissent au contact de l'air, les épreuves photographiques tient à ce que l'hyposulfite de soude que l'on emploie pour faire *virer*, c'est-à-dire pour faire changer le ton de l'épreuve, a pour effet chimique de donner naissance à du sulfure d'argent : c'est à l'altération qu'éprouverait ensuite ce sufure au contact de l'air qu'il faudrait attribuer la destruction des épreuves conservées un certain temps.

MM. Davanne et Girard sont parvenus à établir l'exactitude de cette explication à l'aide des expériences que nous allons résumer.

Pour déterminer le véritable état sous lequel l'argent existe sur une épreuve photographique, ces expérimenta-

teurs ont fait noircir complétement à la lumière une feuille de papier imprégnée de chlorure d'argent ; on a ensuite lavé cette feuille à l'hyposulfite de soude, puis à l'eau distillée, et on l'a brûlée. Aucune trace de sulfate n'a été trouvée dans les cendres. Il était donc évident que l'hyposulfite de soude n'avait pas laissé trace de soufre. La proportion de chlore qui existait dans les cendres était si faible, en présence de celle de l'argent, qu'on pouvait, selon les expérimentateurs, la considérer comme provenant d'une impureté du papier.

Une expérience plus explicite encore que cette analyse, a été faite pour reconnaître l'état chimique de l'argent sur une épreuve positive. MM. Girard et Davanne ont préparé une quantité assez considérable de chlorure d'argent, et ont étalé ce composé dans une capsule. On a agité ce chlorure pendant toute une journée à la lumière solaire, on l'a ensuite lavé à l'hyposulfite de soude, puis à l'eau distillée ; la matière, noircie par l'action de la lumière, a été fondue avec du carbonate de soude. Cette fusion a donné un culot d'argent métallique ; mais le flux ne contenait pas traces de chlore. Ce n'est donc pas du sous-chlorure d'argent, mais bien de l'argent métallique qui constitue les parties noires d'une épreuve photographique.

De ces expériences, MM. Davanne et Girard concluent que l'image photographique positive est formée par de l'argent métallique, et non par du sous-chlorure d'argent, comme on l'avait pensé jusqu'ici.

Pour déterminer ensuite quel était l'état de l'argent sur les épreuves virées, on en a soumis à l'analyse un certain nombre, sur lesquelles on avait produit les teintes noires, au moyen des bains ordinaires de virage. Or, dans les cendres de ces épreuves brûlées et calcinées, on a toujours trouvé du soufre, et la quantité de soufre et d'argent contenue dans ces cendres était à peu près celle qui correspond aux proportions de soufre et d'argent qui entrent dans la

composition du sulfure d'argent. Ce résultat s'étant reproduit d'une manière constante, MM. Davanne et Girard en concluent que, dans les bains de virage employés par les photographes, l'argent dont est recouverte la feuille de papier se transforme en sulfure.

Passant ensuite à l'étude chimique des épreuves altérées, MM. Davanne et Girard ont soumis à l'analyse des épreuves préparées depuis plusieurs années, et dont les teintes noires s'étaient transformées en teintes jaunes. On a examiné aussi des épreuves dont l'altération avait été provoquée artificiellement en les abandonnant plusieurs jours dans l'eau après le lavage ; d'autres, enfin, que l'on avait sulfurées directement en les plongeant dans une dissolution d'hydrogène sulfuré. Dans toutes ces épreuves, du soufre et de l'argent ont été trouvés, et, résultat curieux, les proportions de ces deux corps étaient sensiblement les mêmes que dans les épreuves noires sortant des bains de virage.

Ainsi, dans les épreuves fixées, l'analyse ne décelait que de l'argent, tandis que, dans celles qui avaient été virées, il existait du soufre et de l'argent, et ces deux corps seulement. Restait à savoir si cette sulfuration était réellement la cause de la destruction des images. Pour s'en assurer, MM. Girard et Davanne ont sulfuré des épreuves bien fixées, soit dans des bains sulfhydriques, soit dans un courant d'hydrogène sulfuré, et toutes les fois que ces épreuves sulfurées se sont trouvées d'une manière quelconque en présence de l'humidité, leurs teintes noires ont rapidement disparu pour faire place aux teintes jaunes, tandis que les épreuves bien fixées par les procédés photographiques convenables, ne subissaient aucune altération. Voici, par exemple, l'une des expériences qui ont été faites par ces opérateurs pour éclaircir ce point important de la question. Une épreuve photographique abandonnée pendant longtemps dans une dissolution d'acide sulfhydrique, a parcouru rapidement toutes les teintes ordinaires,

pour garder finalement, au sein même du bain, la teinte jaune des épreuves passées. Dans une autre expérience, une épreuve préalablement séchée à l'étuve, puis maintenue pendant vingt-quatre heures dans un courant d'hydrogène sulfuré parfaitement sec, a gardé ses teintes noires, mais elle a jauni rapidement, lorsqu'on l'a mise en contact avec l'eau.

On ne peut donc mettre en doute, en raisonnant par analogie, que, dans les procédés photographiques ordinaires, le renforcement des teintes noires au moyen de l'hyposulfite de soude, ne se produise par suite de la formation du sulfure d'argent, qui vient remplacer le métal : la destruction des épreuves provient de l'altération de ce dernier composé.

Pour expliquer comment ce sulfure d'argent noir devient jaune en présence de l'humidité et détermine l'altération des épreuves, MM. Davanne et Girard admettent soit une hydratation de sulfure d'argent, soit une modification isomérique de ce composé, analogue à la modification que subissent les sulfures de mercure rouge et noir. Cette altération ne serait-elle pas due plutôt à l'oxydation, aux dépens de l'air atmosphérique, de ce sulfure, qui passerait à l'état de sulfate, sel légèrement soluble, et qui disparaîtrait peu à peu en se dissolvant dans l'humidité hygrométrique ? A cette explication que nous croyons pouvoir présenter, on objectera sans doute la faible affinité du sulfure d'argent pour l'oxygène. Mais on doit considérer ici que le sulfure d'argent se trouve, sur une épreuve photographique, à l'état d'extrême division, qu'il est déposé sur un corps poreux, et en présence de l'humidité. Toutes ces circonstances réunies peuvent faciliter l'oxydation du sulfure, et provoquer une réaction qui ne s'accomplirait pas dans d'autres circonstances.

Quoi qu'il en soit de l'explication théorique que nous croyons pouvoir présenter des faits précédents, leur con-

clusion pratique, selon MM. Davanne et Girard, c'est que pour assurer aux épreuves une conservation parfaite, il faut renoncer à l'emploi de l'hyposulfite de soude comme moyen de fixer les épreuves, et adopter les bains contenant du chlorure d'or dont plusieurs photographes font usage. Malheureusement, ce procédé de fixage n'est ni économique, ni applicable dans tous les cas.

On a exposé à Manchester, en 1856, des photographies microscopiques, qui ont été fort admirées et qui donnent en effet une idée bien étonnante des résultats que permet d'obtenir ce moyen de reproduction.

L'une de ces photographies était de la grosseur d'une tête d'épingle. On l'a examinée à l'aide d'un microscope qui grossissait cent fois. Cet instrument permit de reconnaître que cette épreuve, bien réellement microscopique, représentait un groupe de sept portraits de la famille de l'artiste : la ressemblance de chaque tête était frappante.

Une autre épreuve photographique, de dimensions encore plus exiguës, représentait une inscription murale consacrée, dans une église, à la mémoire de William Sturgeon, auteur de différentes découvertes dans l'électricité. Sur l'épreuve photographique, cette inscription ne couvrait que la dix-neuf centième partie d'un pouce carré ; elle contenait pourtant six cent quatre-vingts lettres, dont chacune était parfaitement lisible au microscope. Si l'ingénieux Jonathan Swift eût été contemporain de Daguerre, quelle curieuse page il aurait ajoutée au voyage de Gulliver dans les terres de Lilliput!

4

Nature du parfum des fleurs ; procédé pour son extraction.

L'état de nos connaissances est encore bien imparfait en ce qui concerne la véritable nature du parfum des fleurs.

On attribue, en général, l'odeur spéciale des plantes aromatiques à des huiles volatiles qui sont désignées chimiquement sous le nom d'*huiles essentielles*. Mais les huiles essentielles ne rappellent pas toujours la véritable odeur du végétal d'où on les extrait, et il est beaucoup de plantes très-odorantes qui ne fournissent, par la distillation, aucune huile essentielle. Sur cette matière, si peu étudiée jusqu'à ce jour et pourtant si attrayante, M. Millon, l'un de nos éminents chimistes, directeur de la pharmacie militaire centrale à Alger, vient de composer un très-curieux travail. M. Millon fait connaître, dans ce mémoire, une méthode nouvelle pour extraire le principe odorant des fleurs. Jusqu'ici, on retirait presque exclusivement ces principes au moyen de la distillation, par l'intermédiaire de l'eau ou de l'alcool, et on ne les obtenait ainsi que très-affaiblis. M. Millon a substitué à la distillation une double opération : la dissolution d'une part, l'évaporation de l'autre. Il dissout le principe odorant dans le sulfure de carbone ou dans l'éther, et il évapore la dissolution. On obtient ainsi une substance butyreuse, assez semblable à l'essence de roses des Orientaux, qui, pour le dire en passant, est sans doute préparée par une méthode analogue; et cette substance reproduit dans toute sa pureté, son intensité et sa suavité, l'odeur primitive de la plante ou de la fleur.

Le fait nouveau qui résulte des recherches de M. Millon, c'est que la vertu odorante des fleurs n'est pas due uniquement, comme on l'avait pensé jusqu'ici, aux huiles essentielles qu'elles renferment; mais qu'elle tient surtout à une substance particulière, qui ne s'y trouve que dans une proportion infiniment faible, et qu'il faut désigner sous le nom spécial de *parfum*. Ce dernier produit présente ce caractère très-important, d'être inaltérable à l'air, ce qui le sépare complétement des huiles essentielles; car on sait que les huiles essentielles exposées à

l'air ne tardent pas à absorber son oxygène, à se solidifier, à se transformer en autant de *résines* fixes particulières, c'est-à-dire à se *résinifier*, selon l'expression technique. Au contraire, les *parfums* préparés par M. Millon se conservent des années entières dans des tubes ouverts, sans rien perdre de leurs propriétés spéciales. Cette inaltérabilité du parfum des fleurs en présence de l'air, est un caractère chimique important, et constitue une très-intéressante découverte.

En modifiant, comme nous venons de l'indiquer, les procédés employés jusqu'ici pour l'extraction du principe odorant des végétaux, M. Millon est en même temps parvenu à rendre ces procédés facilement praticables dans l'Algérie. En extrayant tout le parfum des fleurs à l'aide de dissolvants volatils, il réduit la partie aromatique de la plante à un très-petit volume, de telle sorte qu'un gramme d'extrait, provenant d'un kilogramme de fleurs, aromatise au même degré les corps gras, et par conséquent, sous un poids mille fois moindre, produit les mêmes effets. Ce n'est pas encore là, sans doute, le parfum de la fleur, absolument pur et isolé de toute substance étrangère, mais cette limite suffit à l'art de la parfumerie. Grâce à ces nouveaux produits, le parfumeur pourra désormais remplacer des manipulations laborieuses par un simple mélange de ces extraits, que l'on peut faire en tout lieu et au moment le plus convenable.

La proportion de parfum contenue dans les fleurs est tellement faible, que si l'on cherchait à l'isoler complétement et à la purifier de tout produit étranger, son prix surpasserait celui de toutes les matières connues. Pour certaines fleurs, 1 gramme de parfum coûterait plusieurs milliers de francs. Il paraît que les Orientaux consentent déjà à payer l'essence de jasmin jusqu'à 800 fr. l'once.

L'application en grand des faits observés par M. Millon

pourrait avoir beaucoup d'avenir pour l'Algérie, où croissent merveilleusement les fleurs précieuses, telles que le jasmin, la rose, la tubéreuse et la cassie. L'importance commerciale de la parfumerie française est considérable, car l'exportation de ses produits s'élève annuellement à la somme de trente millions de francs. Il y a donc un grand intérêt pour notre industrie nationale à maintenir sa supériorité dans une branche de commerce où elle ne connaît pas de rivale, et l'Algérie est certainement une des localités privilégiées où la culture des fleurs et des plantes aromatiques offrira le plus de chances de succès. Déjà, plusieurs de nos colons africains ont réussi dans la production des essences, et leurs échantillons ont été reçus avec faveur par le commerce. Mais pour tirer un bon parti des fleurs, on doit incorporer leur parfum à l'huile ou à l'axonge, et cette opération, très-compliquée, exige des huiles et des graisses d'une grande finesse; elle nécessite, en outre, des installations dispendieuses. En simplifiant beaucoup ce dernier mode d'opération, la nouvelle méthode imaginée par M. Millon pour obtenir les extraits odorants, imprimera une vive impulsion à cette branche de la production agricole dans notre colonie d'Afrique.

5

Progrès dans la fabrication industrielle de l'aluminium.

Nous avons décrit dans un ouvrage précédent les procédés qui servent à préparer l'aluminium, et exposé, en même temps, les propriétés de ce nouveau métal[1]. Des progrès remarquables se sont accomplis, depuis cette épo-

1. *Les applications nouvelles de la science à l'industrie et aux arts* en 1855, 1 vol. in-18, 1856, p. 371.

que, dans la fabrication industrielle de l'aluminium. Son prix très-élevé était le seul obstacle qui se fût opposé jusqu'ici à la généralité de ses emplois. Mais grâce aux perfectionnements que viennent d'apporter à sa préparation MM. Rousseau frères, fabricants de produits chimiques à Paris, cette opération s'est beaucoup simplifiée, et le prix de ce métal a pu subir une réduction considérable. Le prix de l'aluminium était, il y a un an, de 1000 francs le kilogramme; il est réduit aujourd'hui à 300 francs, et sans doute il s'abaissera encore, puisque d'après M. Dumas, le prix de revient du nouveau métal ne dépasse pas 100 francs. Nous allons faire connaître en quoi consistent les progrès qui viennent d'être introduits dans la fabrication manufacturière de l'aluminium, et qui sont dus aux efforts réunis de MM. Deville, Rousseau et Morin.

Les moyens qui sont mis en usage par MM. Rousseau pour la préparation industrielle de l'aluminium, diffèrent peu de ceux dont nous avons donné la description dans notre ouvrage précédemment cité. Il faut toujours se procurer du chlorure d'aluminium, et le décomposer par le sodium. Mais les obstacles que l'on avait rencontrés dans l'exécution en grand de ces deux opérations ont été heureusement levés, de telle sorte que l'extraction de ce métal est aujourd'hui l'objet d'une fabrication courante, et ne présente pas plus de difficultés que la préparation du zinc ou celle du phosphore.

L'alumine nécessaire pour obtenir le chlorure d'aluminium, est toujours extraite de l'alun ammoniacal par la calcination de ce sel. On pourra probablement rendre cette partie de l'opération encore plus économique, en employant directement la terre à porcelaine, c'est-à-dire le *kaolin*, et même l'argile. Mais l'alun ammoniacal est encore le composé auquel on a recours pour se procurer de l'alumine.

Dans les premiers temps de cette fabrication, le chlorure

d'aluminium était difficile à manier en grand, parce que, après avoir été formé en vapeurs, il se condense brusquement en cristaux neigeux. Il fallait le recueillir dans des chambres et le détacher mécaniquement de leurs parois, ce qui amenait une perte de chlorure, la condensation étant incomplète, et occasionnait, en outre, des dangers pour les ouvriers exposés à en respirer les vapeurs. En soumettant à l'action du chlore, non plus de l'alumine et du charbon, mais un mélange d'alumine, de sel marin et de charbon, on a obtenu un chlorure double d'aluminium et de sodium, volatil et liquéfiable, coulant comme de l'eau et se figeant à froid. La préparation de ce composé est continue; elle marche avec simplicité et régularité comme une distillation; elle n'exige d'autres soins que ceux que rendent nécessaires la production du chlore, le renouvellement du mélange à décomposer et le remplacement, à l'extrémité du réfrigérant, des plats en terre où se forment les pains de chlorure double qui y coule en filet continu. La préparation du chlorure d'aluminium a donc pris le caractère manufacturier.

Il en est de même de l'extraction du sodium. Il y a vingt ans, ce métal, préparé par le procédé de MM. Gay-Lussac et Thénard, se vendait 7 francs le gramme. Comme il en faut au moins 3 kilogrammes pour en produire un d'aluminium, il en aurait coûté alors, de ce chef seul, 21 000 francs pour obtenir un kilogramme d'aluminium. Aujourd'hui, les frais d'extraction du sodium ne dépassent guère 7 francs par kilogramme. Cette extraction, plus facile que celle du phosphore, comparable à celle du zinc, s'effectue avec une simplicité qui étonne, à juste titre, tous ceux qui assistent pour la première fois à l'opération, et qui ont conservé le souvenir des difficultés qu'elle présentait jadis. En agissant sur un mélange de carbonate de soude, de charbon et de craie, la réaction est si complète, que le rendement réel en sodium est d'accord avec celui

que le calcul indique, et si facile, que l'on peut remplacer par des tuyaux de poêle lutés, les bouteilles de fer, d'un prix élevé, qu'on emploie encore, pour cette opération, dans nos laboratoires.

La nature des vases dans lesquels on opère la décomposition de chlorure d'aluminium par le sodium, est la circonstance qui a offert le plus de difficultés dans la préparation en grand du nouveau métal. On avait été forcé, au début, d'opérer dans des tubes de verre, comme dans un appareil de chimie. Enfin, après bien des essais coûteux et pénibles, on s'est arrêté à l'emploi du four à réverbère, pour faire réagir l'un sur l'autre le sodium et le chlorure double. Rien n'est plus curieux que de voir charger à la pelle, dans un four à réverbère incandescent, un mélange de sodium en morceaux et de chlorure, et de constater que la réaction entre ces deux corps, qui ne s'établit qu'après quelque temps, est assez tranquille pour qu'on puisse l'effectuer sans péril sur une grande échelle. Les chimistes qui ont les premiers étudié le sodium, comme Davy, Gay-Lussac, Thénard, Faraday, et qui n'opéraient que sur des globules de ce produit, auraient difficilement admis qu'il vînt un temps où le sodium se manierait ainsi à la pelle par les mains d'un ouvrier.

La décomposition du chlorure d'aluminium par le sodium donne de l'aluminium en plaques, en globules ou en poudre. On le sépare du sel marin, résidu de l'opération, soit mécaniquement, soit par l'action de l'eau.

Ainsi, la production de l'aluminium se fait aujourd'hui par des procédés simples et réguliers, qui n'exigent plus l'œil du chimiste, et qu'un ouvrier suffit à conduire; l'usine produit, selon la note de M. Dumas, imprimée dans les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, deux kilogrammes d'aluminium par jour; elle pourrait accroître ce chiffre à volonté en multipliant le nombre de ses appareils.

Réduit désormais au prix de 300 francs le kilogramme,

l'aluminium va pouvoir entrer prochainement dans la consommation industrielle. Si l'on considère qu'il pèse quatre fois moins que l'argent, dont le prix actuel est de 220 fr. le kilogramme, on voit qu'il est bien au-dessous, en réalité, de la valeur de ce précieux métal, dont il réunit les principales qualités chimiques[1]. Tout fait donc espérer que le métal extrait de l'argile va pouvoir subir l'épreuve, redoutable et indispensable d'ailleurs, d'un emploi dans quelque branche de l'industrie, ce qui nous édifiera complétement sur ses qualités, et résoudra, sans retour, la question, qui n'est pas encore entièrement élucidée, de la possibilité de son usage pratique. Il est reconnu, en effet, que l'aluminium est très-attaquable par les alcalis; d'un autre côté, le sel marin en dissolution, l'eau bouillante même, seraient, d'après quelques personnes, suffisants pour l'altérer et le dissoudre partiellement; l'expérience générale prononcera sur ces difficultés que nous nous bornons à signaler.

1. L'aluminium ne pesant, à volume égal, que le quart de l'argent, un couvert d'argent valant 50 fr. n'en vaudrait que 15 environ en aluminium.

Les aigles qui surmontent les drapeaux de l'armée sont en cuivre galvanoplastique doré; ils pèsent 2 kilogrammes environ. Le fournisseur de l'État vient d'en faire fondre en aluminium : ils pèsent 500 grammes à peu près, et allégent par conséquent de 1 kilogramme 500 grammes le poids du drapeau. L'aluminium possède une sonorité bien supérieure à celle du bronze; on a profité de cette propriété pour construire des diapasons qui vibrent d'une façon surprenante. Enfin on a déjà fabriqué avec ce métal des couverts, des timbales, les balances de précision, etc.

6

Agents chimiques proposés pour combattre les incendies. — Verre soluble. — Phosphate d'ammoniaque. — Chlorure de calcium. — Tube respiratoire et appareil de sauvetage de M. Thibout. — Tube respiratoire de Pilâtre des Rosiers.

Dans un intervalle de temps assez court, trois grands théâtres, dans différentes villes de l'Europe, ont été la proie d'incendies : à Londres, à Bruxelles et à Bourges. Ces catastrophes répétées ont attiré l'attention des expérimentateurs sur les moyens à employer, soit pour prévenir les incendies dans les théâtres, soit pour en arrêter les progrès dans les divers lieux où ils peuvent éclater. Un savant belge, M. Henri Masson, a présenté en 1856, au *Collége des bourgmestres et échevins de la ville de Bruxelles*, un mémoire intéressant dans lequel, après avoir passé en revue les divers agents chimiques qui ont été proposés pour prévenir les incendies dans les théâtres, il fait connaître les avantages qu'offrirait, au point de vue de cette application, l'emploi du chlorure de calcium. Nous allons résumer les faits principaux contenus dans ce travail.

Mais, avant d'aller plus loin, établissons bien quelle idée il faut se former de l'emploi d'un agent chimique comme moyen de s'opposer aux progrès d'un incendie.

On ne peut évidemment se proposer de prévenir au moyen d'aucune substance chimique, la destruction par le feu des matières combustibles. Rien ne saurait empêcher une matière organique, placée dans un foyer, de s'y détruire par l'action décomposante du calorique. Mais il est un artifice que l'on peut employer pour rendre infiniment moins graves les effets de l'incendie, et pour l'empêcher de se propager à distance. On peut recouvrir les objets exposés à devenir la proie des flammes, d'une couche d'un sel inaltérable au feu. Cette couche saline, enveloppant

dans toutes ses parties la matière combustible, la préserve du contact de l'air. Dès lors, la matière combustible, qui se trouve soumise à l'action du foyer, est sans doute détruite par l'effet de la chaleur; mais, comme elle se trouve soustraite au contact de l'air extérieur par l'enveloppe saline qui la protége, elle ne peut se combiner à l'oxygène atmosphérique; elle ne peut *brûler* dans l'acception chimique du mot, elle ne peut brûler avec flammes. La combustion intérieure qu'elle subit, ne donnant pas lieu à un dégagement de flammes, ne peut propager la combustion à distance, et l'incendie est, dès lors, bien plus facile à arrêter. Voilà dans quel sens il faut entendre l'emploi d'un agent chimique pour combattre les incendies. D'après cela, un tissu *incombustible* n'est pas un tissu mis à l'abri de toute altération par le feu; c'est tout simplement un tissu qui, revêtu d'une couche saline, ne peut brûler avec flammes.

Un grand nombre de tentatives ont été faites pour rendre incombustibles les matières exposées à l'incendie. Ces tentatives, même, ne sont point récentes, comme on se l'imagine. Les architectes de la Grèce et de Rome connaissaient la propriété qu'ont les solutions de sels alcalins et alumineux, de rendre le bois non inflammable. Aulu-Gelle raconte que Sylla, assiégeant le Pirée, ne put, malgré tous ses efforts, parvenir à brûler une tour en bois construite par Archelaüs : il se trouva que le bois de cette tour était recouvert d'alun. En 1740, J. Faggot communiqua à l'Académie des sciences de Stockholm, des observations sur le moyen de garantir le bois de l'action du feu et de la pourriture. Ce moyen consistait à imprégner le bois d'une eau dans laquelle on avait dissous de l'alun, du sulfate de fer ou un autre sel astringent. Salberg, en 1744, donna encore de plus grands développements sur cette question.

C'est en 1820, à l'occasion de l'incendie d'un grand théâtre de l'Allemagne, que Fuchs, chimiste bavarois, s'oc-

cupa de rechercher, par un grand nombre d'essais, la meilleure substance qu'il conviendrait d'employer pour revêtir d'un enduit incombustible les pièces de bois, toiles, etc., employées dans les théâtres. Fuchs s'arrêta, pour cet objet, à l'emploi du silicate de potasse, composé que l'on désigne aussi sous le nom de *verre soluble*, pour rappeler sa ressemblance de composition avec le verre ordinaire, dont il diffère par sa solubilité dans l'eau, propriété qui tient à son extrême richesse en alcali.

Le verre soluble, proposé par Fuchs comme moyen préservateur de l'incendie, fut employé, en 1820, au théâtre de Munich, alors en construction : toutes les toiles, décors, pièces de charpente, etc., furent revêtus d'une couche épaisse de silicate de potasse.

Mais l'expérience ne confirma point l'espoir que l'inventeur avait conçu des bons effets du verre soluble. Au bout de six mois, l'enduit salin était endommagé et avait besoin de nombreuses réparations. C'est que l'emploi de ce composé présente dans la pratique diverses difficultés. Il faut employer le silicate de potasse très-pur. Sans cela l'enduit devient efflorescent et se détache après un temps très-court. Si l'on veut obtenir un enduit durable, il ne faut pas employer la dissolution saline trop concentrée, sinon elle ne pénètre pas le bois, n'en fait pas sortir l'air et ne s'y attache pas solidement. Pour préserver de la combustion, la couche doit néanmoins être épaisse; on parvient à l'obtenir telle en appliquant un grand nombre de couches successives, et en ayant soin de maintenir la pièce qu'on veut enduire dans un air très-sec et chaud pendant un espace de vingt-quatre heures entre l'application de chaque couche. Si l'on ne suit pas strictement ces précautions, l'enduit se fendille, n'adhère pas et s'écaille.

Fuchs a reconnu que le verre soluble remplit mieux son objet quand il est mélangé à des poudres incombustibles; il proposait donc d'ajouter à ce composé de l'argile,

de la craie, des scories de fer, du feldspath, du spath-fluor, etc. Mais ce chimiste ne dit pas lequel de ces corps semble préférable ; tout ce qu'on sait, c'est qu'à Munich on a ajouté au verre soluble un dixième d'argile jaune.

L'inventeur avait sans doute fait prendre toutes les précautions qu'il indique minutieusement dans son mémoire; pourtant, au bout de six mois, comme nous l'avons dit, l'enduit était déjà sensiblement endommagé. D'ailleurs, le verre soluble avait encore l'inconvénient d'altérer les couleurs, ce qui empêchait de l'employer avec avantage pour préserver de la combustion les toiles et les rideaux de théâtre, qui sont, de tous les objets, les plus exposés au feu et les plus dangereux dans un cas d'incendie. C'est en raison de ces divers inconvénients que l'emploi du verre soluble a dû être abandonné.

En 1821, Gay-Lussac, qui étudia, en France, cette importante question, proposa, pour obtenir le résultat qui nous occupe, d'employer le phosphate et le borate d'ammoniaque, ou plutôt un mélange à parties égales de sel ammoniac (chlorhydrate d'ammoniaque) et de phosphate d'ammoniaque, ou bien un mélange de borate de soude et de sel ammoniac. Le phosphate d'ammoniaque, proposé par Gay-Lussac, agit de la manière suivante : par l'action de la chaleur, ce sel est décomposé, l'ammoniaque se dégage, et l'acide phosphorique qui reste, étant fusible et non volatil, recouvre les objets combustibles d'une couche liquide incombustible qui les maintient à l'abri de l'air.

L'idée d'employer le phosphate d'ammoniaque pour préserver les corps de la combustion, date du siècle dernier; elle est due à un certain Arfirde, Saxon de naissance, qui en fit l'expérience en présence du duc Frédéric de Brunswick, en 1786. Cependant, malgré le conseil plus récent de Gay-Lussac, on n'en a jamais fait usage, à cause des nombreux inconvénients qu'il présente. En effet, ce sel altère les couleurs et les tissus. Exposé à la chaleur, il

se décompose, il est vrai, l'ammoniaque se volatilise, l'acide reste et préserve les matières de la combustion avec flammes. Mais il faut remarquer que, si le feu prend une très-grande intensité, et si la température du foyer s'élève considérablement, l'acide phosphorique peut lui-même se décomposer en présence du charbon laissé par les matières brûlées. C'est même sur cette décomposition de l'acide phosphorique par le charbon, qu'est fondé l'art de se procurer le phosphore dans les laboratoires, comme dans les fabriques de produits chimiques. Dès lors, l'acide phosphorique, bien loin de ralentir le feu, doit en augmenter l'ardeur, puisqu'il a pour résultat, en se décomposant, de produire du phosphore.

Malgré ces défauts, le phosphate d'ammoniaque serait peut-être encore, après le borate d'ammoniaque, le corps le plus précieux que nous connaissions jusqu'ici pour enduire les tissus et les bois, si son prix n'était pas un obstacle insurmontable. Il coûte, en effet, 1 fr. 50 c. l'once Quelle dépense n'occasionnerait pas l'usage de ce produit, puisqu'une toile bien préparée doit être imprégnée, d'après Gay-Lussac, du tiers de son poids du sel protecteur!

Quant au sulfate d'ammoniaque, il est loin de présenter tous les avantages que l'on recherche, car il se décompose par l'action de la chaleur, et ne laisse absolument aucun enduit préservateur.

Ajoutons, pour compléter ce court historique des substances qui ont été proposées pour rendre les bois et les tissus incombustibles, qu'en 1841, M. de Breza a fait connaître un mélange de sels dont voici la formule : 60 grammes d'alun, 60 grammes de sulfate d'ammoniaque et 30 grammes d'acide borique qu'on dissout dans 1 litre d'eau, à laquelle on ajoute 19 grammes de gélatine et 6 grammes d'empois. Non-seulement les objets imprégnés ou revêtus de cette composition ne sont plus inflammables, mais ils sont préservés de l'attaque des insectes sous tous les climats.

M. Morin, de Genève, a conseillé de préférence l'oxyde de zinc, mais les sels précédents sont d'un emploi plus commode. En tout cas, il importe de faire remarquer que l'emploi de ces divers sels ne préserve pas d'une manière indéfinie les tissus ou les bois quand ils sont exposés à la pluie; il est nécessaire de recharger de temps en temps les matières combustibles des sels minéraux qui doivent les mettre à l'abri de l'inflammation. Il faut en dire autant des tissus exposés à être froissés ou pliés fréquemment.

A l'occasion de la triste catastrophe qui, en 1856, a anéanti en quelques heures le superbe théâtre de Bruxelles, l'auteur du mémoire qui nous occupe s'est mis à étudier la question de l'incombustibilité des tissus et des bois. Il a soumis à des expériences comparatives les diverses substances qui ont été jusqu'ici proposées dans ce but, ainsi que d'autres dont on n'avait pas encore parlé.

C'est à la suite de ces expériences comparatives que son choix définitif s'est porté sur le chlorure de calcium, qui réunit un grand nombre d'avantages, pour être appliqué sur les tissus comme agent préservateur. En effet, le chlorure dé calcium ne se décompose pas sous l'influence de la chaleur, et il n'est nullement volatile. Un avantage important que présente le même sel, c'est qu'il n'altère pas les couleurs mêmes les plus facilement altérables. On peut ajouter, comme autres avantages qui recommandent l'emploi du chlorure de calcium, qu'il est d'un prix tellement minime qu'on peut le considérer comme une matière sans valeur; que son application est facile et peu dispendieuse, ce qui lui donne une grande supériorité sur le verre soluble; qu'il n'exerce aucune action destructive sur la fibre végétale, qualité que peu de sels partagent avec lui; enfin, qu'il augmente la durée du bois en le préservant des ravages des insectes.

Le chlorure de calcium ne présente qu'un seul inconvénient pour l'emploi dont nous parlons, c'est qu'il attire

fortement l'humidité atmosphérique. Il résulte de là qu'au bout de quelque temps d'exposition à l'air, il peut tomber en déliquescence et disparaître en se dissolvant dans l'eau de l'atmosphère. Mais on peut remarquer à ce propos que les autres sels proposés comme agents préservateurs, sont tous plus ou moins hygrométriques. Le sel marin (chlorure de sodium), par exemple, est très-déliquescent, ce qui n'empêche pas de conserver souvent les bois de construction en les plongeant pendant un certain temps dans l'eau salée, afin de les défendre de l'attaque des insectes. Or, jamais on ne s'est plaint de l'inconvénient qu'avaient ces bois d'attirer l'humidité. La charpente des halles de Bruges est construite en bois imprégné de sel marin : les insectes semblent avoir en horreur cette charpente, car elle ust toujours parfaitement propre, et il est impossible d'y trouver une seule toile d'araignée.

Mais le chlorure de calcium présente des avantages tout à fait spéciaux, et vraiment remarquables, dans une circonstance très-importante dont il nous reste à parler. Dans un cas d'incendie, au lieu d'employer de l'eau pure, pour la jeter, à l'aide des pompes, sur le foyer incandescent, on peut faire usage d'eau tenant en dissolution du chlorure de calcium. Le bas prix de cette substance rend son usage facile dans cette circonstance et son extrême solubilité dans l'eau rend ce moyen très-pratique. Dans un incendie, l'eau lancée par les pompes sur les objets en proie aux flammes, est bien vite vaporisée. Après cette vaporisation, il ne reste absolument rien pour arrêter ou diminuer l'ardeur du feu. Au contraire, l'eau qui contiendrait du chlorure de calcium en dissolution, laisserait, à la surface de tous les objets qu'elle touche, un enduit préservateur dont l'efficacité est incontestable.

C'est principalement dans les commencements d'un incendie que l'eau chargée de chlorure de calcium produirait des effets victorieux. Ajoutons que l'on pourrait imprégner

les vestes et les pantalons des pompiers d'une dissolution de ce sel, ce qui n'occasionnerait aucune dépense sensible, et pourrait préserver assez efficacement de l'action des flammes les soldats dévoués qui se consacrent à ces périlleuses manœuvres.

On pourrait encore préparer avec le chlorure de calcium, des *étouffoirs*. Ces étouffoirs consisteraient en un tissu épais fortement imprégné de chlorure de calcium. En cas d'incendie, on pourrait, soit les jeter sur les objets à préserver, tels qu'un lit, un secrétaire, etc., soit s'en servir pour envelopper une personne que l'on voudrait sauver des flammes.

Un dernier avantage qui mérite d'être signalé, c'est que l'eau contenant du chlorure de calcium en dissolution, se congèle moins facilement que l'eau pure ; pendant l'hiver, cette propriété peut être fort précieuse.

Tels sont les principaux faits contenus dans le mémoire présenté par le savant belge au *Collége des bourgmestres et échevins de la ville de Bruxelles*. L'emploi du chlorure de calcium, ajouté à l'eau des pompes pour arrêter les progrès d'un incendie, avait déjà été proposé. Mais il n'est pas hors de propos de ramener sur cet objet, éminemment utile et praticable, l'attention du public et celle des administrations compétentes. Les événements funestes récemment survenus dans trois villes importantes, donnent à cette question un intérêt d'actualité, et sont un grave motif de songer aux mesures qu'il conviendrait d'employer pour éviter, dans l'avenir, le retour de tels désastres.

Ce ne sera pas sortir de notre sujet que de nous occuper ici d'une modeste, mais très-utile invention, due à un ouvrier français, et dont il importe de répandre la connaissance, en raison des moyens précieux qu'elle peut fournir, dans un cas d'incendie ou dans une circonstance analo-

gue, pour pénétrer dans une atmosphère remplie d'un gaz irrespirable ou dangereux.

Cet appareil a été imaginé par M. Thibout, ouvrier à Neubourg (Eure). Il consiste en une petite boîte métallique divisée en trois compartiments par deux cloisons percées chacune d'une ouverture circulaire, sur laquelle s'applique une soupape formée d'une petite sphère en liége. La paroi du compartiment intermédiaire entre les deux cloisons est percée d'un orifice avec tubulure, à laquelle s'adapte un tuyau flexible et court, terminé par une embouchure que l'opérateur applique sur sa bouche. Les compartiments extrêmes de la petite boîte sont munis aussi de tubulures, auxquelles s'adaptent les tuyaux flexibles en toile imperméable, maintenus ouverts par un ressort intérieur en hélice, et qui se prolongent jusqu'au dehors de l'eau ou de l'excavation infectée de gaz irrespirables où l'on veut pénétrer. L'opérateur applique sur son nez une pince qui ferme l'ouverture des narines, de façon que, ne respirant que par la bouche, il aspire l'air atmosphérique extérieur qui arrive par le tuyau branché sur un des compartiments extrêmes, tandis que l'air expiré s'écoule par le tuyau branché sur l'autre compartiment.

L'appareil si simple et si avantageux, proposé par l'ouvrier de Neubourg, ne constitue pas, à proprement parler, une invention nouvelle. On a fait usage depuis longtemps de tubes respiratoires pour descendre sous l'eau, pour séjourner dans des cuves ou des excavations remplies de gaz acide carbonique. C'est ainsi qu'en 1785, le physicien Pilâtre des Rosiers put descendre au fond d'une cuve de brasseur, y rester des heures entières, agissant et marchant sans aucune gêne, tandis que des animaux mis auprès de lui étaient promptement asphyxiés.

L'appareil de Pilâtre des Rosiers ne comportait qu'un tuyau unique, terminé par une sorte de masque appliqué

sur la bouche ou sur le nez. L'opérateur aspirait l'air pur amené par le tuyau, et expirait l'air vicié, dans le milieu où il se trouvait : par la bouche s'il avait aspiré par le nez, et *vice versa*. M. Delaunaye, à qui l'on doit la publication des expériences de Pilâtre des Rosiers et la description de son appareil, avait proposé, dans ce travail, d'ajouter à l'embouchure du tuyau qui s'adapte à la bouche, un petit tube métallique contenant deux soupapes. Or, c'est là précisément la disposition employée par M. Thibout, sauf l'addition d'un second tube adapté à la tubulure par laquelle sort l'air expiré, et prolongé jusque dans l'air pur.

Bien qu'il soit connu depuis longtemps déjà, cet utile appareil de sauvetage a été jusqu'ici bien peu employé, malgré les recommandations dont il a été l'objet à diverses reprises, de la part des physiciens et de l'administration des mines. Il est certain pourtant que son usage aurait pu prévenir de nombreux accidents. Il est donc à désirer qu'il se vulgarise, que les hommes chargés de porter secours aux noyés et asphyxiés en soient généralement pourvus, et s'habituent à s'en servir. C'est principalement en vue d'attirer de nouveau l'attention sur les services que peut rendre cet appareil, que l'Académie des sciences, en 1856, a accordé à M. Thibout, simple ouvrier, qui ne connaissait pas les essais antérieurement faits sur ce point, une somme de 500 francs à titre de récompense et d'encouragement.

7

Nouveaux appareils pour la combustion de la fumée dans les foyers. — Appareil Duméry.— Grille fumivore de M. Boquillon. — Système Beaufumé.

Il n'a guère été question, dans le chapitre précédent, que de flamme et de feu. Comme le feu et la fumée vont presque toujours de pair, et pour que la conclusion soit

digne de l'exorde, nous terminerons en parlant de la fumée, c'est-à-dire des nouveaux appareils proposés pour détruire cet ennemi domestique.

Depuis quelques années, les administrations publiques se préoccupent avec raison, en Angleterre et en France, des inconvénients occasionnés par la fumée qui se dégage des foyers industriels, et même des foyers domestiques alimentés avec la houille. Une enquête, ordonnée par la Chambre des communes de la Grande-Bretagne, et dont les procès-verbaux ont été publiés en 1843, a fait connaître à peu près tous les moyens que l'on avait essayé d'appliquer antérieurement dans ce pays, en vue de prévenir ou de brûler la fumée. Des appareils plus ou moins semblables avaient été également employés en France.

Plusieurs des dispositions proposées en Angleterre ayant paru efficaces, un acte du parlement britannique, du 20 août 1853, a prescrit à tous les propriétaires de chaudières à vapeur, de verreries, de brasseries, raffineries de sucre et autres manufactures établies à Londres, ainsi qu'aux propriétaires de bateaux à vapeur naviguant sur la Tamise, en dessus du pont de Londres, de brûler la fumée de leurs foyers.

En France, une ordonnance de police, du 11 novembre 1854, a soumis à la même obligation, pour le département de la Seine, les propriétaires d'usines où l'on fait usage d'appareils à vapeur.

Des deux côtés de la Manche, ces injonctions administratives ont donné lieu à un grand nombre de combinaisons, plus ou moins nouvelles, ayant pour but d'éviter le dégagement de la fumée. Quelques-uns des moyens imaginés à ce propos répondent parfaitement aux conditions posées. Parmi les appareils imaginés pour détruire la fumée, celui que l'on doit à M. Duméry mérite d'être cité en première ligne. Voici en quoi il consiste.

Au lieu de jeter la houille nouvelle par la porte du foyer sur le combustible incandescent et en très-grande partie carbonisé qui reste sur la grille, ainsi que cela se pratique dans les foyers ordinaires, M. Duméry fait arriver la nouvelle houille par-dessous ce combustible, en poussant la charge, au moyen de refouloirs mus à la main, dans des espèces de cornets recourbés, dont les parois sont à claire-voie.

Il importe de faire observer, à propos de ce mode de chargement du foyer opéré en dessous du combustible incandescent, en vue de prévenir la fumée, que ce procédé, au moins au point de vue général, a été proposé depuis longtemps. Ses avantages avaient été déjà indiqués par Franklin, et il fut même appliqué en Angleterre, antérieurement à l'année 1843, dans les foyers domestiques et dans les foyers des chaudières à vapeur, par le docteur Niel Arnott et par Edward Foard. Toutefois, les dispositions spéciales au moyen desquelles M. Duméry opère le chargement du foyer, diffèrent de celles que ses devanciers ont mises en œuvre, et elles atteignent complétement le but qu'il s'est proposé.

C'est ce qui a été parfaitement établi dans des expériences faites dans les ateliers de la Villette, par une commission de l'Académie des sciences, qui a reconnu que les foyers de M. Duméry, sans aucune production de fumée, jouissent d'une puissance considérable de calorification : aussi l'Académie des sciences, en 1856, a-t-elle accordé à cet ingénieur, comme récompense de ses travaux, un prix de la valeur de 2500 francs.

Nous dirons, enfin, qu'une excellente grille fumivore, d'une installation facile et commode, et d'un effet certain pour la combustion de la fumée, a été imaginée récemment par M. Boquillon, le savant bibliothécaire des Arts-et-Métiers, qui est en même temps un ingénieux physicien.

Nous ne terminerons pas ce sujet sans rappeler un essai intéressant qui a été tenté avant ceux que nous venons de faire connaître; bien qu'il n'ait pas porté tous les fruits qu'on croyait pouvoir en attendre, quand on l'a transporté dans la pratique : nous voulons parler de la *distillation des combustibles* qui a été proposée, en 1855, pour éviter la production de la fumée, et pour tirer parti de divers combustibles jusqu'ici sans emploi. L'appareil pour la distillation de la houille a figuré et fonctionné à l'Exposition universelle. Il a été ensuite mis en usage dans diverses usines. Mais là, on n'a pas tardé à reconnaître que l'usure extrêmement rapide des parties de l'appareil exposées au feu rendait cette méthode d'un emploi peu avantageux en réalité. Bien qu'elle n'ait réussi qu'imparfaitement, cette tentative est trop intéressante pour ne pas la consigner dans cette revue sommaire des inventions de l'industrie contemporaine. Exposons donc les principes généraux sur lesquels elle est fondée.

En 1789, il y avait à Paris, dans le corps des ingénieurs civils, un homme doué d'un incontestable génie; c'était Philippe Lebon, le créateur de l'éclairage au gaz. Par une application hardie des principes de la chimie, encore à peine naissante, Philippe Lebon avait conçu le projet de transformer complétement les procédés en usage depuis des siècles pour la combustion destinée au chauffage. Les combustibles se brûlent dans nos foyers au contact de l'air libre; de cette manière, les gaz qui prennent naissance par suite de l'action de la chaleur sur les matières organiques employées comme combustibles, sont brûlés par l'oxygène de l'air, dans le foyer même et au moment de leur formation. Philippe Lebon renversait ce système : il proposait de renfermer le combustible dans un vase métallique bien clos, et de soumettre ce récipient à l'action de la chaleur. Les gaz provenant de cette décomposition en

vases clos, se dégageaient par un tube adapté à l'appareil. En enflammant ces produits gazeux, on se procurait à la fois une source de chaleur et une source de lumière. Philippe Lebon avait donné à l'appareil qu'il avait imaginé le nom de *thermolampe*, qui désigne suffisamment le double objet que l'inventeur s'était proposé de remplir.

L'idée de Philippe Lebon contenait le germe de deux inventions d'une haute importance : l'éclairage par le gaz et le chauffage au moyen du même produit. On connaît le succès remarquable qui a couronné la première des inventions de l'ingénieur français. La seconde n'était demeurée jusqu'ici qu'à l'état théorique ; mais elle est devenue, de nos jours, l'objet d'études spéciales ayant pour but de la faire passer dans la pratique.

Il y a plusieurs années, un ingénieur d'un rare mérite, Ebelmen, membre de l'Institut et directeur de la manufacture de Sèvres, qu'une mort prématurée a enlevé aux sciences, s'occupa d'appliquer au chauffage les gaz qui résultent de la décomposition des combustibles de toute nature, soumis, dans des vases métalliques, à l'action de l'air et de la chaleur. A la suite de l'admirable étude chimique à laquelle il avait soumis les gaz qui se dégagent des hauts fourneaux pendant la fabrication de la fonte, Ebelmen avait reconnu que les gaz qui s'échappent par la cheminée des grandes usines, sont formés surtout d'oxyde de carbone, c'est-à-dire d'un gaz combustible, susceptible de développer, en brûlant, une grande quantité de calorique. Ebelmen avait tiré de cette observation le précepte théorique de brûler les gaz qui se dégagent du foyer des usines, afin de se procurer une source nouvelle de chaleur, sans augmentation dans la dépense. C'est depuis ces remarques de l'ingénieur français que, dans la plupart des usines métallurgiques, on s'arrange pour faire servir à une nouvelle combustion les gaz qui s'échappent du foyer. Cette disposition a amené une grande économie dans les opé-

rations métallurgiques, en particulier dans la fabrication du fer.

Ebelmen avait également essayé de construire des appareils dans lesquels on brûlerait les gaz engendrés par la matière combustible, soumise, en un vase clos, à l'action de l'air et de la chaleur. Il voulait appliquer ce genre d'appareils aux besoins généraux de l'industrie, et pour tous les cas où l'on doit avoir recours au chauffage. Mais le succès ne couronna point ses tentatives.

L'inventeur de l'appareil dont nous avons à parler a été plus heureux. Bien que son système ait mal réussi dans la pratique, on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'il constitue une modification très-originale des moyens de chauffage employés aujourd'hui.

Donnons un aperçu des dispositions principales de son appareil.

Le combustible (charbons divers, tourbe, anthracite, etc.), est placé dans un vase métallique fermé à ses parties supérieure et latérale, et ouvert seulement à sa partie inférieure, où il reçoit un courant d'air considérable provoqué par un puissant ventilateur. Pour que la température ne s'élève pas trop fortement, ce qui amènerait l'obstruction du foyer par les cendres vitrifiées, et en même temps, afin de donner à la colonne de gaz partant du fourneau une marche régulière, qui assure une combustion uniforme, on entoure le fourneau d'une enveloppe de tôle; l'intervalle entre le fourneau et cette enveloppe métallique est rempli d'eau. Cette disposition empêche la température du foyer de s'élever au delà de certaines limites, car tout le calorique en excès, dégagé par la combustion dans le foyer, est cédé à l'eau à mesure qu'il se produit. Ainsi, le calorique qui, dans nos appareils ordinaires de chauffage, est perdu sans aucune utilité par le rayonnement du fourneau à l'air, se trouve utilisé dans ce nouveau système. En effet, l'eau, chauffée par

les parois extérieures du foyer, donne de la vapeur qui peut être mise à profit dans une machine à vapeur ; elle peut encore faire marcher le ventilateur, ou s'appliquer à tout autre usage mécanique. Selon l'inventeur, un de ses générateurs à gaz d'un mètre carré d'ouverture, peut fournir une quantité de vapeur d'eau qui représente une force de 4 à 5 chevaux.

Le gaz, qui prend naissance dans le générateur métallique, consiste principalement en oxyde de carbone. C'est ce gaz qui, dirigé par un tube conducteur et enflammé, sert comme source de calorique. On active sa combustion par un ventilateur. En brûlant, l'oxyde de carbone développe une chaleur considérable, et comme il brûle sans fumée, on tire un parti complet du combustible, puisque aucune proportion de carbone n'est perdue à l'état de fumée, ainsi qu'il arrive dans notre mode ordinaire de chauffage.

Comme mesure des effets que l'on obtient, par ce nouveau procédé, comparés à ceux que produisent les moyens universellement adoptés, nous dirons que, selon l'inventeur, chaque kilogramme de combustible consumé par l'appareil, peut donner 10 kilogrammes d'eau transformée en vapeur, tandis que, par le procédé ordinaire, c'est-à-dire par la combustion à l'air libre de la houille ou du bois, on n'obtient que 6 kilogrammes d'eau vaporisés pour 1 kilogramme de combustible.

Les avantages de ce système consistent principalement à permettre de brûler toute espèce de combustibles. Les matières les moins estimées pour le chauffage, telles que charbons maigres, lignites, anthracites, tourbes, escarbilles, etc., pourraient ainsi être mises à profit dans les localités où on les trouve. Il offre encore l'avantage d'éviter toute fumée pendant la combustion. Or, indépendamment de l'utilité générale de ce résultat pour les différents motifs que nous avons énumérés plus haut, il y a souvent un

bénéfice d'un autre genre à éviter cette fumée abondante qui accompagne la combustion de la plupart des foyers. C'est ainsi que la fumée qui s'échappe du foyer de la machine à vapeur, a l'inconvénient de signaler de très-loin l'approche d'un navire, inconvénient grave dans certains cas, s'il s'agit d'un bâtiment de la marine militaire. En outre ces flots de fumée, rabattus par le vent, gênent parfois le service du bord.

Ajoutons que si on parvient à triompher des obstacles qu'il a rencontrés dans la pratique, ce nouveau mode de combustion sans fumée pourrait peut-être épargner l'emploi, si coûteux, du coke sur les locomotives, et s'appliquer aussi à la cuisson des porcelaines, qui exigent une combustion exempte de fumée.

Ce nouveau système présente une autre particularité remarquable : l'inventeur s'appelle M. *Beaufumé*. Il y a des noms qui semblent marqués d'une étoile.

X

NOUVELLES DÉCOUVERTES EN PHYSIQUE.

1

Nouvelle pile voltaïque.

Une acquisition des plus intéressantes pour la physique, c'est la nouvelle pile voltaïque qui a été imaginée en 1856 par M. Victor Doat, d'Alby. L'inventeur de cet appareil n'est pas un savant de profession; il appartient à cette classe de simples amateurs des sciences à qui nous devons tant de créations originales.

Le grand problème de la construction de la pile voltaïque, c'est-à-dire de l'instrument qui constitue la source de l'électricité dynamique employée dans les laboratoires et dans les arts, c'est de produire de l'électricité à bon marché. La pile de Bunsen et toutes celles qui l'ont précédée sont des instruments d'un usage coûteux. Pour produire de l'électricité, dans la pile de Bunsen, on emploie du zinc, des acides azotique et sulfurique : l'acide azotique disparaît à l'état de gaz hypo-azotique; le zinc se dissout dans l'acide sulfurique et forme du sulfate de zinc. Or, le produit de cette action chimique, le sulfate de zinc, est aujourd'hui sans emploi et par conséquent sans valeur. C'est là ce qui explique la grande dépense qui résulte de l'usage des piles actuelles. Si l'on pouvait tirer un parti quelconque du sulfate de zinc qui se forme dans la pile de Bunsen, ou si l'on pouvait, à peu de frais, en retirer le zinc métallique, la dépense, pour la production de l'électricité, serait très-

faible. Mais, dans l'état actuel, ces deux problèmes n'ont pas trouvé de solution.

M. Victor Doat a donc touché le point sensible de cette grande question de la production économique de l'électricité, en composant une pile formée de substances chimiques qui peuvent, après avoir servi à produire de l'électricité, être révivifiées à peu de frais, et, ramenées à leur état précédent, être de nouveau employées comme agents producteurs d'électricité.

Pour donner la description de la nouvelle pile de M. Doat, nous supposerons connue la pile de Bunsen, instrument si répandu dans les laboratoires et dans les arts. Voici donc en quoi cette nouvelle pile diffère de l'appareil de Bunsen.

Le *mercure* métallique remplace le zinc de la pile de Bunsen; l'*iodure de potassium*, en solution saturée, remplace l'eau acidulée par l'acide sulfurique; l'*iode*, dissous dans l'iodure de potassium, remplace l'acide azotique ou le sulfate de cuivre que l'on emploie dans les piles à deux liquides. Il sert à maintenir la constance du courant pendant plusieurs jours, quelle que soit son intensité. Le charbon est employé comme pôle positif.

Une auge carrée, en verre ou en gutta-percha, renferme le mercure et l'iodure de potassium. Le charbon et l'iode, dissous dans l'iodure alcalin, sont renfermés dans un vase poreux, également de forme carrée, lequel est immergé, dans le liquide de l'auge, à deux centimètres de la surface du mercure.

Quand le courant voltaïque est établi, l'iodure de potassium attaque le mercure avec une grande énergie; il se forme du proto-iodure de mercure, lequel, en présence de l'iodure alcalin, abandonne la moitié du mercure à l'état métallique, et se change ainsi en periodure. Ce dernier composé étant une des substances qui attaquent le plus vivement le mercure métallique, vient ajouter son action à celle de l'iodure de potassium.

Cette pile est placée dans une sorte de bibliothèque, sur des planches mobiles, qu'une tringle en fer réunit, et qu'une vis de rappel incline à volonté. On peut ainsi régler immédiatement la quantité d'électricité en changeant le niveau du mercure et en le ramassant sur un petit espace.

Une fois montée, cette nouvelle pile n'a plus besoin d'aucun soin. Quand le liquide est saturé, on le soutire avec un siphon.

Comment procède-t-on pour révivifier les substances qui ont servi à faire marcher cette pile, et pour les rendre aptes à être employées de nouveau comme agents producteurs de l'électricité? Voici les moyens qui sont indiqués pour cela par M. Doat.

Le composé chimique contenu dans les liquides qui proviennent de la pile, n'est autre chose, comme on vient de le voir, que du periodure de mercure dissous dans de l'iodure de potassium. L'iodure de potassium se révivifie en chauffant légèrement le liquide provenant des auges, dans une capsule surmontée d'une cloche. Par le calorique, le periodure de mercure, qui est très-volatil, se sépare, va se condenser au sommet de la cloche, et l'iodure de potassium reste dans la capsule.

Le mercure se révivifie successivement de la manière suivante : une portion de métal se réduit déjà spontanément au sein même de la pile, par suite des réactions suivantes, qui s'établissent d'elles-mêmes : L'iodure de potassium, en agissant sur le mercure, le change en proto-iodure; mais celui-ci, en présence de l'iodure alcalin, abandonne la moitié de son mercure à l'état métallique, et passe à l'état de periodure. Ce dernier attaque à son tour le métal, le change également en proto-iodure, en repassant lui-même au même état; mais ces deux proto-iodures abandonnent à leur tour la moitié du mercure, pour repasser à l'état de periodure, et ainsi de suite.

La révivification du mercure, qu'il faut opérer à la main,

se pratique de la manière suivante : on traite le periodure par la baryte caustique ; il se forme de l'oxyde de mercure et de l'iodure de baryum. Soumis à l'action d'une faible chaleur, l'oxyde de mercure abandonne l'oxygène et laisse du mercure métallique pur, qu'on recueille dans un appareil convenable. L'iodure se révivifie en chauffant l'iodure de baryum dans un appareil surmonté d'une cloche : l'iodure se volatilise et va cristalliser au sommet de la cloche.

C'est à l'expérience à établir si les moyens proposés par M. Doat, pour la révivification des résidus de la nouvelle pile voltaïque, sont réellement aussi simples, aussi économiques que le pense l'auteur. Quoi qu'il en soit, on ne peut qu'applaudir au résultat neuf et pratique mis en lumière par les patientes recherches de ce physicien. La pile de Bunsen n'a pas seulement, en effet, l'inconvénient d'être dispendisuse dans son emploi. La nécessité de manier des acides concentrés, l'obligation de laver avec soin, par une longue immersion dans l'eau, les métaux retirés des godets, sous peine de les voir s'oxyder promptement ; l'odeur si désagréable du gaz nitreux qui se dégage continuellement pendant la marche de la pile, et l'action dangereuse de ce gaz sur nos organes, sont des inconvénients graves inhérents à la pile de Bunsen. En outre, la constance dans l'intensité de l'action galvanique manque à cet instrument, quand on prolonge quelque temps sa marche. Au contraire, la pile de M. Doat ne donne naissance à aucun produit exerçant sur nos organes une action fâcheuse : l'iodure de mercure est le seul composé qui y prenne naissance, sans qu'il se dégage au dehors aucun gaz désagréable ou nuisible. En outre, cette pile possède l'avantage, qui sera des plus précieux pour les arts, d'une constance et d'une égalité d'action qu'aucune autre pile ne possède au même degré. Elle offre aussi la possibilité de faire varier à volonté, pendant la marche, l'in-

tensité du courant, grâce à la simple inclinaison des auges, et sans enlever le liquide, ni diminuer le nombre des éléments. Quant à l'énergie de la nouvelle pile, il résulte d'expériences dues à M. Edmond Becquerel, qu'elle serait environ les deux tiers de celle d'une pile de Bunsen de mêmes dimensions.

En résumé, ce nouvel instrument constitue une acquisition pleine d'intérêt pour la science. Le nom du jeune amateur albigeois figurera donc avec honneur à côté des noms célèbres de Wollatston, de Wheastone, de Smée, de Bunsen, de Munch et de Faraday, à qui l'on doit l'invention des diverses formes de la pile galvanique.

Nous venons de dire, d'après M. Edmond Becquerel, que la nouvelle pile de M. Doat paraît représenter les deux tiers de l'intensité électro-motrice d'une pile de Bunsen de mêmes dimensions. Il importait d'examiner, par une analyse physique très-rigoureuse, les effets de ce nouvel instrument voltaïque. C'est ce travail comparatif qu'a exécuté M. Jules Regnauld, professenr de physique à l'École de pharmacie de Paris. Nous allons reproduire la Note qui a été publiée sur ce sujet par M. Regnauld, au mois de juillet 1856.

« Dans une communication récente faite à l'Académie, dit M. Jules Regnauld, M. Doat a décrit un nouveau système de pile qu'il a imaginé; la disposition ingénieuse de chaque couple, la nature des corps qui le constituent ont attiré à juste titre l'attention des physiciens : il n'est donc pas besoin de les rappeler. Mais cet appareil, indépendamment de l'importance que peut lui acquérir dans la pratique la constance de ses effets, m'a paru réaliser, grâce à l'interventiou directe d'un corps simple comme radical électro-négatif, une des combinaisons voltaïques les plus convenables pour constater quelques relations entre l'affinité et les forces électro-motrices. C'est ainsi que j'ai été conduit à déterminer, par la méthode d'opposition, le rapport exact de la force électromotrice de ce couple à celle des couples usuels, et à étendre ces mesures à plusieurs autres fondés sur le même principe.

L'unité choisie a été, comme dans mes recherches antérieures, l'élément thermo-électrique bismuth-cuivre, de 0 degré à + 100 degrés.

J'ai trouvé la force électro-motrice du couple de M. Doat égale à 102 unités; je rappelle, pour mieux faire apprécier la valeur comparative, que le couple de Daniell équivaut à 175 unités et celui de Grove à 310.

La force électro-motrice croissant avec l'énergie des affinités chimiques mises en jeu, on peut augmenter notablement sa valeur dans des couples où l'on substitue au mercure des métaux plus haut placés dans l'échelle positive. M. Doat a réalisé cette idée en remplaçant le mercure par quelques amalgames ; on peut même se dispenser pour certains métaux, pour le zinc en particulier, de l'amalgamation. Voici plusieurs nombres qui manifestent les effets obtenus par ces substitutions :

Charbon IK.	I Hg............	Force électro-motrice	= 102 unités.
	I Cd............	»	= 182 »
	I Zn............	»	= 216 »
	I Na (amalgame).	»	= 381 »
	I K (amalgame)..	»	= 386 »

Si l'on analyse les phénomènes chimiques qui s'accomplissent dans ce système où les métaux sont en rapport avec l'iode par l'intermédiaire de l'iodure de potassium, il semble que, les réactions équivalentes et de signe contraire étant éliminées, la seule affinité efficace dans la production du courant est celle de l'iode pour le métal libre. D'après cette remarque, la substitution dans le couple de M. Doat du brome et du bromure de potassium, du chlore et du chlorure de potassium à l'iode et à l'iodure de potassium, doit montrer une fois de plus le rôle de l'affinité dans les phénomènes voltaïques. Le tableau suivant permet de comparer les puissances relatives de divers couples où les mêmes métaux se combinent avec l'iode, le brome et le chlore. Il faut toutefois noter que les actions locales, inévitables lorsque l'on fait usage des amalgames de potassium et de sodium, laissent planer sur les déterminations une certaine incertitude.

	Unités.		Unités.		Unités.
I Hg.........	102	Br Hg.........	161	Cl Hg........	180.
I Zn.........	216	Br Zn.........	280	Cl Zn.	346.
I Na (amalg.).	381	Br Na (amalg).	465	Cl Na (amalg.)	506.
I L (amalg.)..	386	Br K (amalg.)..	471	Cl K (amalg.).	512.

Tous ces nombres croissent dans le sens prévu d'après la théorie des phénomènes chimiques; il importe néanmoins de remarquer que les relations des divers groupes comparés entre eux ne sont pas assez simples pour qu'on puisse prendre les rapports des forces observées pour expression de l'affinité des corps simples mis en présence. Il faut conclure de là que, même dans ces couples, les réactions génératrices des phénomènes voltaïques ne sont pas aussi simples que le raisonnement analytique le fait supposer, et que les actions secondaires ne permettent pas à la force électro-motrice naissant du phénomène principal d'acquérir sa valeur absolue, bien que son influence prépondérante soit mise en évidence par la comparaison des séries. »

2

Suppression du fil de cuivre couvert de soie pour les spirales des multiplicateurs électro-magnétiques : électro-aimant et galvanomètre à bandes de papier.

M. Bonelli, qui a rendu son nom célèbre par la découverte du tissage électrique et celle du *télégraphe des locomotives*, vient d'apporter une modification, aussi originale qu'avantageuse, à la construction des divers appareils dans lesquels on fait circuler un courant électrique autour d'une lame de fer ou d'une aiguille aimantée, c'est-à-dire à la construction des électro-aimants qui entrent dans les machines électro-magnétiques et les télégraphes électriques, à celle des multiplicateurs électriques des galvanomètres, etc.

Tous les appareils de ce genre se construisent aujourd'hui, en entourant de spires de soie, destinées à l'isoler, le fil de cuivre qui doit être enroulé autour du barreau de fer. La nécessité de couvrir très-exactement de soie les spirales métalliques, rend ces sortes d'instruments coûteux. De plus, on ne peut pas toujours parvenir à les construire dans cette condition, tels qu'on voudrait les obtenir pour certaines expériences de physique. Le diamètre des fils

métalliques qui composent les spirales doit varier selon les phénomènes que l'on veut produire. Il importe souvent de leur donner une longueur excessive et le plus petit diamètre possible. Or, ces fils très-fins coûtent extrêmement cher ; encore y a-t-il des limites de finesse que l'on n'a pu parvenir à dépasser, et auxquelles l'expérimentateur doit se tenir, quelle que soit, pour lui, l'importance d'employer des fils d'une finesse supérieure. Aussi, plusieurs expériences, qu'il serait très-important de faire, qui ouvriraient peut-être un nouveau champ à l'étude de l'électricité, ne peuvent-elles s'exécuter aujourd'hui faute de fils suffisamment minces et convenablement isolés.

M. Bonelli est parvenu à résoudre avec beaucoup d'originalité et d'élégance le problème de la construction des électro-aimants à bon marché. Tout en diminuant des quatre cinquièmes le prix actuel de ces instruments, il peut donner aux spirales métalliques une finesse supérieure à celle des fils les plus minces que l'on connaisse.

Le moyen employé par M. Bonelli pour arriver à ces importants résultats est fort simple. Il consiste à tracer sur une bande de papier *sans fin* des lignes métalliques formées de feuilles d'or. Le papier qui sépare ces lignes sert de corps isolant, et le courant qui circule le long de ce conducteur métallique est toujours parfaitement isolé.

Sans entrer dans des détails qui nous entraîneraient trop loin, quant au procédé qui permet de tracer sur une feuille de papier ces lignes métalliques, et à la manière de disposer autour des bobines ces papiers rayés d'or, nous dirons que, comme il est facile de réduire ces lignes et les intervalles qui les séparent, à l'épaisseur de 1 millimètre et même moins encore, on peut en faire tenir de quarante à cinquante sur une bobine ordinaire. Le papier qui sépare ces lignes entre elles et au-dessous d'elles les maintient

parfaitement isolées ; et comme ce papier peut être très-fin et très-serré sur la bobine, on peut, dans une médiocre épaisseur, mettre une longueur très-considérable de spirales métalliques, qui ont sur le fer une action électro-magnétique très-intense.

M. Bonelli a construit dans ce système un galvanomètre et un électro-aimant qui fonctionnent à merveille.

Nous avons eu entre les mains un galvanomètre construit de cette manière, et nous avons pu nous assurer de la sensibilité remarquable dont jouit cet appareil. Nous avons placé dans de l'eau de fontaine une lame de zinc de 2 à 3 pouces carrés de surface, et un fil de platine ; ce petit système a été mis en communication avec les fils du *galvanomètre à bandes de papier* de M. Bonelli. L'action électro-chimique, si faible pourtant, qui peut se développer par la seule action de l'eau sur le zinc, a suffi pour imprimer une déviation de 1 1/2 à 2 degrés à l'aiguille aimantée de cet instrument. En ajoutant quelques gouttes d'acide sulfurique à l'eau, la déviation de l'aiguille a été considérable.

On ne peut donc conserver aucun doute sur l'extrême sensibilité de ce nouveau galvanomètre, et par conséquent sur l'importance et les avantages de la substitution que vient de faire M. Bonelli, en remplaçant par une simple bande de papier rayé d'or les fils entourés de soie de nos appareils ordinaires. Avec ce nouveau système, les électro-aimants pourront, à l'avenir, être obtenus à peu de frais, être construits par le physicien lui-même, par l'artisan ou l'ouvrier, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours au fabricant d'instruments. Les applications de l'électricité pourront ainsi devenir plus nombreuses et plus faciles, puisque les instruments propres aux expériences seront d'un prix peu élevé, ou pourront être construits par l'expérimentateur lui-même. C'est là un nouvean service rendu à la science par l'ingénieux et habile physicien piémontais, à qui nous devons l'admirable création du tissage électrique.

3

Chaudière à vapeur de M. Boutigny.

M. Boutigny (d'Évreux), physicien observateur, bien connu par sa remarquable découverte de l'*état sphéroïdal* des corps, est l'inventeur d'une disposition ingénieuse et entièrement nouvelle, pour les chaudières à vapeur. Comme cet appareil est destiné à rendre des services réels à l'industrie dans certains cas spéciaux, nous en donnerons la description d'après un rapport fait à ce sujet par M. Callon à la Société d'encouragement.

Le but que s'est proposé M. Boutigny dans la construction de ce nouveau générateur, c'est d'obtenir, sous un petit volume, une puissance d'évaporation considérable, et représentant l'équivalent d'une grande surface de chauffe dans une chaudière ordinaire.

La chaudière de M. Boutigny est composée d'un cylindre vertical, fermé par un couvercle boulonné, sur lequel sont adaptés tous les organes ordinaires d'une chaudière (prise de vapeur, tuyau d'alimentation, soupapes, etc.). A l'intérieur, se trouve disposé un certain nombre de diaphragmes métalliques, superposés et percés de trous, à travers lesquels l'eau d'alimentation tombe en pluie, d'un diaphragme sur l'autre. Ces diaphragmes, chauffés en partie par le contact et surtout par le rayonnement du corps de la chaudière, produisent une vaporisation rapide, qui se complète immédiatement au contact de chaque goutte d'eau avec le fond de la chaudière. Le générateur est donc toujours à peu près vide d'eau; par suite, ses parois atteignent une température élevée, qui se transmet aux diaphragmes.

La commission nommée par la Société d'encouragement pour l'examen de l'appareil de M. Boutigny, l'a soumis,

avec le concours de l'auteur, à des expériences rigoureuses. Le même appareil avait été expérimenté également par M. Tresca, pendant les travaux du jury international sur les appareils admis à l'Exposition universelle. Le résultat de ces expériences s'est montré favorable au nouveau générateur. « Il paraît établi, dit M. Callon, dans son rapport à la Société d'encouragement, que, si la chaudière de M. Boutigny ne doit pas être regardée, en principe, comme susceptible de donner des résultats supérieurs au point de vue de l'économie du combustible, elle peut, du moins, réaliser sous un petit volume, et sans désavantage, un pouvoir de vaporisation égal à celui d'une chaudière ordinaire ayant une surface de chauffe au moins trois fois plus grande. »

Ce résultat est évidemment important pour beaucoup d'industries parisiennes, qui s'exercent le plus souvent dans des ateliers de dimensions très-exiguës. Sous ce rapport, la chaudière de M. Boutigny forme en quelque sorte le complément de ces machines à petit volume et à grande vitesse, qui s'emploient beaucoup depuis quelques années, parce qu'elles répondent à un véritable besoin, celui de ménager l'espace. Avec une chaudière à *diaphragmes* et une machine à grande vitesse telle qu'en établissent M. Flaud et d'autres constructeurs, on pourra obtenir, sous un volume très-restreint et à un prix réduit, la fraction de cheval ou les quelques chevaux de force, qui suffisent à la plupart des ateliers parisiens. Tel est donc le rôle spécial auquel paraît appelé le générateur de M. Boutigny.

Une réflexion vient se placer ici naturellement. N'existe-t-il pas déjà d'autres dispositions de chaudières analogues à celle qu'a adoptée M. Boutigny, et qui, sous un volume restreint, présentent, comme cet appareil, une grande surface de chauffe? Chacun répondra à cette question en citant les chaudières tubulaires à foyer intérieur, qui sont

employées dans les locomotives. Mais les chaudières de cette espèce, surtout celles qui ne présentent que de faibles dimensions, ont des inconvénients notables au point de vue de l'entretien et du nettoyage. Les dépôts terreux, laissés par l'évaporation de l'eau, encroûtent l'intérieur des tubes de sédiments qu'il est difficile d'enlever. La chaudière de M. Boutigny est, au contraire, d'un nettoyage très-facile. En enlevant le couvercle et les diaphragmes, on peut atteindre facilement tout l'intérieur du cylindre. D'ailleurs, résultat remarquable, et qui montre bien le rôle utile que jouent les diaphragmes comme agents de vaporisation, c'est sur ces diaphragmes, et surtout sur celui du haut, que se font les dépôts terreux, tandis que le cylindre en reste parfaitement exempt. Rien n'est donc plus facile que d'opérer le nettoyage de cette chaudière, puisqu'il suffit d'ôter le couvercle, d'enlever le diaphragme, pour le nettoyer à loisir, d'en mettre un autre de rechange et de refermer l'appareil. Cette opération peut se faire au besoin, même pendant que la chaudière fonctionne. Comme elle ne renferme, en effet, qu'une très-petite quantité d'eau, on peut, une fois le couvercle rajusté, la remettre en marche en quelques instants.

L'auteur du rapport présenté à la Société d'encouragement, sur la chaudière de M. Boutigny, termine en ces termes : « Comme conclusion des considérations qui précèdent, votre comité estime que si le générateur qui vous est soumis ne paraît pas devoir présenter, au point de vue de la consommation du combustible, des avantages particuliers; que s'il demande à être manœuvré avec intelligence; que si, enfin, l'on peut craindre que le corps de la chaudière n'ait une durée limitée, il a sous le rapport du prix de premier établissement, du peu de place qu'il occupe, et des facultés qu'il présente pour le nettoyage et pour une mise en service très-rapide, des avantages sur

lesquels il est très-intéressant d'appeler l'attention des industriels. »

4

Le diapason normal.

Depuis vingt ans, les directeurs de nos grands théâtres ne cessent de chercher des ténors. Ils parcourent, en vain, et nos provinces et l'étranger; ils font retentir tous les échos de leurs plaintes inutiles. Mais les échos demeurent sourds, et nos scènes lyriques sont condamnées à payer à prix d'or les restes *d'une voix qui tombe* et d'une ardeur au gain qui ne s'éteint pas. On a attribué à diverses causes cette disette de belles voix dont gémissent les amateurs; mais celle qui apparaît comme la plus sérieuse et la plus difficile à combattre, réside dans l'élévation exagérée du diapason actuel. Un jeune professeur de physique, M. Lissajous, s'est occupé de quelques recherches sur cette question, et il est parvenu à des résultats curieux.

La physique nous donne les moyens de fixer directement, par l'expérience, la valeur absolue et l'élévation normale du ton des orchestres : il suffit, pour y parvenir, de déterminer le nombre exact de vibrations qu'exécute, dans une seconde, le *la* qui sert à donner le ton aux musiciens.

Pour exécuter avec rigueur cette expérience comparative, il faut opérer avec l'instrument normal, avec le *diapason* qui sert à régler l'orchestre.

Il y a déjà longtemps qu'un habile constructeur d'instruments d'acoustique, M. Marloye, se présenta à l'Opéra, et demanda que l'on voulût bien lui confier le diapason normal que l'administration est tenue de conserver. Mais l'Opéra avait en ce moment de plus pressantes affaires. Il était tout entier à la mise en scène d'une œuvre nouvelle de l'un de nos compositeurs en renom. L'Opéra ne prêta

donc à cette demande qu'une oreille distraite. Il fouilla dans ses tiroirs, et n'ayant rien trouvé qui ressemblât à l'instrument cherché :

« Voyez chez le portier, » dit-il.

Cet honorable fonctionnaire mit un louable empressement à satisfaire au désir des visiteurs. Il bouleversa ses armoires, mais ce fut en vain, et tout ce qu'il put fournir, ce fut l'assurance formelle que l'instrument avait existé, mais qu'il ne figurait plus qu'en souvenir parmi les traditions de l'Opéra.

A défaut du diapason officiel, M. Lissajous dut se résigner à exécuter son expérience avec le secours de l'un des premiers violons de l'orchestre, M. Ferrand. Il reconnut ainsi que le *la*, adopté à l'Opéra, exécute environ 898 vibrations par seconde.

Or, au commencement du XVIIIe siècle, vers les dernières années du règne de Louis XIV, le physicien Sauveur avait fixé avec beaucoup de soin la valeur du *la* dans les orchestres de Paris, et il l'avait trouvée de 810 vibrations par seconde. D'où il résulte que depuis 1715 jusqu'en 1856, c'est-à-dire en moins d'un siècle et demi, le diapason des orchestres en France s'est élevé de près d'un ton.

Cette élévation s'est surtout produite dans le siècle actuel, et elle a été plus rapide dans les vingt-cinq dernières années que dans les périodes précédentes. C'est ce que montrent les relevés suivants, empruntés aux divers expérimentateurs qui, depuis l'époque dont il est question, se sont occupés de fixer, par les moyens que fournit l'acoustique, la valeur réelle du diapason dans les orchestres de Paris.

Sous Louis XVI, le *la* de la chapelle royale correspondait, suivant Pfeiffer, à 818 vibrations ; en 1808, le *la* d'une flûte de Holtzapfel, estimé par M. Delesenne, était de 853 vibrations ; d'autres diapasons de la même époque donnaient 857 ou 860 vibrations. En 1823, suivant Fischer,

le *la* était aux Italiens de 848 vibrations; à Feydeau, de 855; à l'Opéra, de 863. En 1834, suivant M. Scheibler, le *la* était à l'Opéra de 867,5; au Conservatoire, de 870; en 1834, suivant M. Delesenne, ce même *la* devint de 882; en 1856 enfin, le *la* de l'Opéra est, comme on l'a dit plus haut, de 898 vibrations. A l'Opéra-Comique le diapason est notablement au-dessous de celui de l'Opéra : il est néanmoins encore fort élevé.

Ce n'est pas d'ailleurs sur les théâtres de Paris seulement qu'existe cette surélévation du diapason. D'après M. Delesenne, celui de Lille est encore plus élevé que celui des théâtres de Paris : il fait 901 vibrations par seconde; aussi les artistes de Paris qui allaient en représentation à Lille, se sont-ils trouvés, plus d'une fois, gênés par la hauteur du ton de l'orchestre.

Quelles causes peut-on assigner à cette marche continuellement ascendante du diapason? Ces causes sont nombreuses, et d'ailleurs d'une nature telle, que l'on n'entrevoit guère de moyen efficace de les combattre.

On doit, en premier lieu, attribuer la hauteur exagérée du ton actuel des orchestres à l'importance extrême que les instruments à vent ont prise dans la musique de nos jours. Les instruments de cuivre, dont le rôle s'est si considérablement agrandi depuis un demi-siècle, ont dû, en raison de leur sonorité même, imposer leur tonalité aux instruments à cordes. Or, le diapason des instruments à vent tend toujours à s'élever, car ils sont créés principalement en vue de la musique militaire, et dans ces conditions spéciales, l'élévation du diapason ne présente que des avantages. En effet, cette élévation du ton fournit, d'une part, un accroissement dans la sonorité, qui, devenant plus aiguë, est, par cela même, plus perçante; d'autre part, elle permet de diminuer le poids des instruments. Ainsi, les facteurs des instruments de cuivre doivent bien plutôt tendre à élever le diapason qu'à l'abaisser.

La fabrication des pianos est soumise à la même tendance. Pour obtenir des cordes la sonorité la plus pleine, il faut leur donner une tension peu éloignée de celle qui les fait rompre. A mesure que la fabrication des cordes s'améliore, on peut arriver à les tendre davantage; et comme d'ailleurs la construction actuelle des pianos permet d'accroître cette tension assez notablement, sans que l'instrument en souffre, le facteur ne résiste pas au désir bien naturel d'augmenter la sonorité de ses pianos, surtout lorsqu'il peut le faire sans rien changer à ses modèles; de là une autre cause de l'élévation dans le diapason.

On treuve, selon M. Lissajous, une dernière cause d'ascension pour le ton des instruments, dans la méthode employée vulgairement pour régler les diapasons les uns sur les autres. Ce travail s'exécute à l'aide de la lime. Or, en limant un diapason, on l'échauffe. Au moment où il vient d'être réglé, il est d'accord avec le diapason primitif; mais il est encore chaud, et il monte en se refroidissant. Si l'on vient maintenant à se servir de ce deuxième diapason pour en régler un troisième, ce troisième sera plus élevé que le second, et ainsi de suite. Comment répondre, dès lors, de la conservation de l'étalon sonore, s'il n'existe pas un prototype auquel on puisse toujours recourir pour s'assurer de la fixité du ton des instruments? Si l'on abandonnait à chacun le soin de régler le mètre ou le kilogramme dont il se sert, il est évident que ces mesures ne tarderaient pas à s'altérer gravement.

Il serait inutile d'insister sur les inconvénients nombreux qui résultent de l'ascencion continuelle du diapason. Obligée de se plier à ces conditions anormales, la voix de nos chanteurs doit atteindre, dans les cordes élevées, à des limites que la nature ne lui a pas assignées, et c'est là ce qui explique la promptitude déplorable avec laquelle l'exercice du théâtre brise les plus belles voix. Pour par-

venir à émettre ces notes aiguës, le chanteur altère rapidement les qualités de sa voix, de telle sorte qu'au bout de quelques années d'exercice de la scène, il en est réduit à dissimuler, par des efforts impuissants, la ruine prématurée de ses moyens. Ajoutons que cette élévation du diapason doit nuire à l'interprétation des œuvres anciennes, qui, ayant été composées sur une autre tonalité, doivent perdre quelque chose à cette modification accomplie dans le ton des orchestres depuis l'époque où elles ont été écrites.

Quel moyen opposer pourtant à ces résultats dont les inconvénients sont si sensibles? Ce moyen a déjà été proposé en 1834, lorsqu'un congrès, réuni à Stuttgardt, proclama la nécessité d'adopter un diapason uniforme, et décida en même temps de proposer comme type universel le *la* de 880 vibrations par seconde. Cette proposition, qui, formulée en Allemagne depuis plus de dix ans, n'a pu trouver encore faveur auprès de l'Europe, il importerait de la faire adopter.

Dans la note qu'il a présentée à la Société d'encouragement, M. Lissajous fait remarquer que l'on pourrait poser cette question importante dans un congrès international ayant pour but de fixer, d'une manière définitive, la valeur de l'étalon sonore. Les musiciens et les facteurs de tous les pays pourraient s'entendre pour fixer un *la* moyen, dont l'adoption n'entraînerait pas dans des modifications graves de la facture. Les savants détermineraient le nombre de vibrations correspondant rigoureusement au ton que l'on aurait choisi d'un commun accord. Ensuite, avec le secours de constructeurs habiles, on ferait exécuter un prototype dont l'exactitude serait vérifiée par de nombreuses expériences et à l'aide de moyens précis que la science possède. Enfin, sur ce prototype, on construirait des étalons parfaitement semblables qui seraient déposés partout où l'on a intérêt à veiller à la con-

servation de cette sorte d'unité musicale. Dès lors, chaque théâtre, chaque fabrique importante, pourrait posséder un exemplaire du diapason adopté : ainsi l'étalon universel se répandrait, et il serait de l'intérêt de tous de s'y conformer. M. Lissajous pense, en ce qui concerne le choix à faire de ce *diapason normal*, que l'on pourrait prendre le chiffre exact de 1000 vibrations pour le *si* naturel de la gamme moyenne du piano, ce qui donnerait le *la* correspondant, dans le système du tempérament égal, à 890-898 vibrations, c'est-à-dire à très-peu près le *la* actuel du Conservatoire ou le *la* moyen adopté aujourd'hui dans la facture.

Faisons des vœux pour que l'utile pensée de M. Lissajous trouve bon accueil auprès des personnes qui peuvent concourir à la faire adopter.

8

Les victimes de la foudre.

Les météorologistes se sont depuis longtemps appliqués à démontrer que les dangers que la foudre fait courir aux hommes sont contenus dans les limites d'une probabilité infiniment éloignée. Le savant F. Kaemtz, dans son *Cours de météorologie*, a particulièrement insisté sur ce point. S'il faut l'en croire, dans tout l'espace d'un siècle, trois personnes seulement furent tuées par le tonnerre à Gœttingue, et deux seulement à Halle pendant le même espace de temps. « Aussi, dit le physicien allemand, la crainte du tonnerre n'est-elle nullement excusable; elle ne peut tenir qu'à des préjugés inculqués aux enfants par des parents ignorants qui leur apprennent à voir dans le tonnerre un signe de la colère céleste. » M. Arago, dans sa longue monographie du tonnerre, a été conduit à la même conclusion.

Après avoir cité divers exemples de morts occasionnées par la foudre, l'illustre physicien ajoute : « Malgré ces citations, personne ne me démentira si j'affirme que pour chacun des habitants de Paris, le danger d'y être foudroyé est moindre que celui de périr dans la rue par la chute d'un ouvrier couvreur, d'une cheminée ou d'un vase à fleurs. Il n'est personne, je crois, qui, en sortant le matin, se préoccupe beaucoup de l'idée que dans la journée un couvreur, une cheminée ou un vase à fleurs lui tombera sur la tête. Si la peur raisonnait, on ne s'inquiéterait pas davantage pendant un orage de vingt-quatre heures. »

M. le docteur Boudin, médecin en chef de l'hôpital militaire du Roule, a eu la pensée de soumettre à un examen sérieux cette idée de l'innocuité des orages, généralement admise sur la foi des meilleures autorités. En rapprochant les chiffres et les faits, M. Boudin a été conduit à des résultats qui sont en opposition marquée avec les données admises sur cette question. Les documents qui ont servi à ce genre de relevés ont été empruntés aux archives du ministère de la justice.

Pendant une période de dix-sept ans, c'est-à-dire depuis l'année 1835 jusqu'à l'année 1852, la foudre a occasionné en France la mort de 1038 personnes. Pendant la seule année de 1835, le nombre des individus tués par la foudre s'éleva à 111 ; il s'éleva à 108 en 1847. Remarquons tout de suite que, dans cette statistique des victimes de la foudre, M. Boudin ne comprend que les individus tués *roide*. Or, le nombre des personnes tuées sur le coup est évidemment de beaucoup inférieur à celui des individus simplement blessés. C'est ainsi qu'aux États-Unis, Volney comptait, dans l'espace de trois mois, 17 personnes tuées par la foudre et 84 gravement blessées. Si l'on part de cette base, qui paraît néanmoins assez arbitraire, le nombre des individus frappés par la foudre étant au moins trois fois plus considérable que celui des personnes tuées, le nombre des

individus foudroyés dépasserait annuellement en France le chiffre de 200. Il y a loin de ce résultat à celui que Kaemtz nous signale en parlant d'un seul individu tué à Gœttingue pendant l'espace d'un siècle.

M. Boudin s'est livré aux mêmes recherches statistiques pour certains pays étrangers à la France. Il a trouvé, par exemple, qu'en Angleterre la moyenne annuelle du nombre des personnes tuées *roide* par la foudre s'élève à 22; en Suède, 10; en Belgique, 3.

L'auteur a ensuite examiné la répartition du nombre des morts occasionnées par la foudre dans les divers départements de la France, et il a été amené sous ce rapport aux conclusions suivantes : 1° Aucun département n'échappe complétement aux accidents occasionnés par la foudre; 2° les accidents sont très-irrégulièrement répartis entre les divers départements; 3° le maximum des morts par fulmination correspond aux départements qui concourent à former le plateau central de la France et à quelques autres départements montagneux. C'est ainsi que dans la période examinée on trouve 2 décès dans l'Eure, 3 dans l'Eure-et-Loir et le Calvados : tandis qu'il s'élève à 20 dans le Cantal, à 24 dans l'Aveyron, à 27 en Corse, à 38 dans le département de Saône-et-Loire, à 44 dans celui de la Haute-Loire, à 48 dans le Puy-de-Dôme. — On voit que le seul fait de quelque importance qui résulte ici des calculs de l'auteur, n'est que la confirmation du fait, bien connu, de l'influence de l'élévation des lieux sur la fréquence et la gravité des orages.

« En ce qui regarde les *sexes*, dit M. Boudin, 100 individus foudroyés en France nous ont donné : 67 hommes, 23 personnes dont le sexe n'est pas indiqué, et seulement 10 femmes; en Suède, nous avons trouvé 5 hommes foudroyés contre 3 femmes; en Angleterre, 32 hommes et 11 femmes. » Il résulterait de ces chiffres que la foudre frapperait un nombre plus considérable d'hommes que de

femmes. Mais il est inutile de faire remarquer que cette proportion n'a aucune signification physiologique ; elle tient à un fait accidentel et qui ne mérite en rien d'attirer l'attention.

M. Boudin a constaté une certaine disproportion entre l'homme et les animaux atteints par la foudre. Les animaux, d'après les observations recueillies par M. Boudin, auraient été beaucoup plus maltraités que l'espèce humaine. Ainsi, dans une foule de circonstances, le berger, le cavalier, le chasseur ont été épargnés, alors que le fluide électrique frappait à côté d'eux les bestiaux, les chevaux et les chiens. Dans un grand nombre de cas, des troupeaux entiers ont péri par un seul coup de tonnerre. Selon M. Abbadie, un seul coup de foudre fit périr en Éthiopie deux mille moutons.

« Sur 107 individus tués par la foudre, de 1843 à 1854, nous trouvons, dit M. Boudin, continuant sa revue statistique, 21 individus signalés comme ayant péri *sous des arbres*. Mais il importe d'ajouter que le lieu de la mort n'est pas toujours précisé ; d'où l'on peut inférer que sur les 1308 personnes tuées roide en France, de 1835 à 1852, 500 au moins auraient pu échapper à la mort en ne se réfugiant pas sous les arbres. » De tels faits nous semblent mériter d'être portés à la connaissance du public.

D'après les relevés contenus dans le travail qui nous occupe, les *incendies* causés par la foudre atteignent à un chiffre très-élevé. Leur nombre s'est élevé à 8 en une seule semaine pour les départements de la Meuse, de la Moselle, de la Meurthe et des Vosges. A lui seul, le petit royaume de Wurtemberg présenta, de 1841 à 1850, 117 incendies occasionnés par la foudre.

Avant que l'usage des paratonnerres fût généralisé à bord des navires, la foudre causait à la marine des dommages immenses. C'est ainsi que de 1829 à 1830, dans une période de quinze mois seulement, 5 bâtiments de la ma-

rine royale anglaise furent foudroyés; les vaisseaux *la Résistance* et *le Loup-Cervier* disparurent complétement après quelques coups de tonnerre. Il résulte des rapports officiels du gouvernement anglais, que les dommages causés autrefois par la foudre à la marine royale ne s'élèvent pas à moins de 6000 à 10 000 livres sterling annuellement (150 000 à 250 000 francs). Selon M. Boudin, dans 200 cas de fulmination en mer, 300 matelots ont été tués ou blessés; 100 grands mâts, du prix de 1000 à 1200 livres sterling (25 000 à 30 000 francs) chacun, ont été entièrement ruinés. Dans la seule période de 1810 à 1815, la foudre a mis hors de service 35 vaisseaux de ligne et 35 frégates ou autres navires de moindre importance. Or, depuis que tous les bâtiments de la marine royale ont été pourvus de paratonnerres, les rapports officiels n'ont plus signalé aucun dommage causé par la foudre.

On a souvent répété que le tonnerre ne met pas le feu à la poudre contenue dans les magasins. Pour répondre à ce préjugé, il suffit de dire que le 4 mai 1785, la foudre mit le feu au magasin à poudre de Tanger; au magasin de Luxembourg, le 26 juin 1807; au magasin de Venise, le 9 novembre 1808; ajoutons enfin qu'en 1761 la foudre, en tombant sur le magasin à poudre de Brescia, détruisit la sixième partie des édifices de cette ville, et causa la mort de 3000 personnes.

Ces faits suffisent pour démontrer que l'on avait jusqu'ici considéré à tort comme insignifiants les dommages occasionnés par la foudre.

M. Boudin s'occupe, dans la seconde partie de son Mémoire, d'un phénomène fort singulier occasionné par le tonnerre, et qui était jusqu'ici demeuré sans explication. On a eu plusieurs fois l'occasion d'observer que le corps des individus frappés par la foudre présentait certaines traces parfaitement dessinées, représentant l'image assez

fidèle d'objets placés dans le voisinage de la personne foudroyée. Comme à cette époque la science ne fournissait aucun élément pour se rendre compte de ces faits, on les avait considérés comme des accidents fortuits, et l'on ne s'était pas inquiété d'en chercher l'explication. Cette explication peut être tentée aujourd'hui avec plus de succès. Les phénomènes que le daguerréotype nous présente, c'est-à-dire la reproduction spontanée sur une surface plane de l'image des objets extérieurs; ces effets de reproduction qui apparaissent en l'absence de toute lumière, effets que les physiciens modernes ont étudiés sous le nom d'*images de Moser;* enfin le transport, par les courants électriques, de molécules matérielles appartenant aux corps traversés par le courant, peuvent, jusqu'à un certain point, nous rendre compte des images formées par le tonnerre sur le corps des individus foudroyés. Quoi qu'il en soit, voici les principaux faits de ce genre que les physiciens ont pu recueillir jusqu'à nos jours sur ce curieux sujet.

Franklin rapporte dans ses *Lettres sur l'électricité*, qu'un homme se tenant debout à la porte de sa maison, la foudre vint frapper un arbre placé en face de lui. On trouva sur la poitrine de cet homme la contre-épreuve de l'arbre foudroyé.

Feu M. Orioli, qui présidait en 1846 la section des sciences physiques et mathématiques au congrès scientifique de Naples, a raconté qu'une dame italienne, Mme Morosa de Laguno, se trouvant assise près d'une fenêtre pendant un orage, éprouva tout d'un coup une commotion violente; elle ne ressentit pas d'autre effet fâcheux, seulement il se trouva que l'image d'une fleur placée auprès d'elle était parfaitement dessinée sur sa jambe; cette singulière empreinte persista jusqu'à la fin de ses jours.

Pendant le mois de septembre 1825, le brigantin *il*

Buon-Servo se trouvait à l'ancre dans la baie d'Armiro, à l'entrée de la mer Adriatique, quand la foudre vint le visiter. Pendant les orages, les mariniers ioniens ont l'habitude, entre autres coutumes superstitieuses, d'attacher un fer à cheval au mât de misaine de leur vaisseau; il y avait donc un fer à cheval attaché au mât du *Buon-Servo*. Au moment où la foudre éclata, un matelot, Antonio Théodoro de Scarpante, était assis au pied du mât de misaine, occupé à raccommoder sa chemise; il fut tué sur le coup. Son corps ne présentait aucune trace de blessure; seulement, on remarqua sur ses reins l'image parfaitement distincte d'un fer à cheval qui offrait les mêmes dimensions que le fer cloué au mât de misaine.

Vers la même époque, un autre brigantin appartenant au docteur Micalopulo fut frappé par la foudre dans la rade de Zante, une des îles Ioniennes. L'un des mariniers qui dormait à la proue de l'embarcation, fut tué par la décharge atmosphérique. Quand on le déshabilla, on trouva imprimé sur sa poitrine un superbe numéro 44. Tous ses camarades attestèrent n'avoir jamais remarqué une telle empreinte sur le corps du matelot. D'un autre côté, ce numéro 44 était identique par ses dimensions avec un numéro de métal attaché à l'un des agrès du bâtiment et qui se trouvait sur le trajet que la foudre avait suivi. L'empreinte formée sur le corps du marinier était donc la reproduction d'un objet placé dans le voisinage.

Un fait aussi extraordinaire que le précédent a été encore rapporté par Orioli.

Le 9 octobre 1836, un orage épouvantable se manifesta au-dessus de Zante; la foudre éclata sur plusieurs points de la ville et de la campagne; le jeune Spiridione Politi en fut atteint et tué dans une maison située aux Acrotères, sur une éminence entourée de vignes et d'oliviers.

Le soir même, le comte Laudo, magistrat instructeur,

invita le docteur Dicopulo, membre de la Société médico-chirurgicale de Zante, à venir avec lui examiner le cadavre et les lieux foudroyés. Ils furent accompagnés par les assesseurs du juge, un notaire et plusieurs témoins; et voici ce qui résulta de l'examen attentif auquel fut soumis le corps de la victime.

Le jeune Politi, couché sur un lit, était revêtu d'une veste de coton de couleur foncée, d'un pantalon de toile, d'un gilet de piqué à fleurs. Il portait une cravate de soie noire, une chaussette blanche au pied gauche; son pied droit était nu, tous ses vêtements, en partie déchirés, semblaient brûlés du côté du dos.

« Ayant dépouillé entièrement le jeune Politi, dit le docteur Dicopulo, nous vîmes autour de ses reins une bande de toile serrée, et dans la doublure de cette ceinture nous trouvâmes quatorze pièces d'or enveloppées de papier, en deux petits paquets; l'un, du côté droit, contenait une pistole d'Espagne, trois guinées et deux demi-guinées; celui qui était à son côté gauche renfermait une autre pistole espagnole, quatre guinées, une demi-guinée et deux sequins de Venise. Ni ces pièces, ni le papier, ni la toile ne présentaient la moindre marque de brûlure.

« Sous le pied droit de Politi, une blessure ou entaille de plus d'un pouce de longueur nous fit présumer que la foudre avait pénétré par cette extrémité, et son passage était tracé tout le long du cadavre; la jambe, la cuisse droites et le dos, jusqu'à la nuque, étaient fortement colorés brun noirâtre, et dans toutes ces parties la peau présentait de petites déchirures ou des scarifications ramifiées. De petites taches brunes, de la forme et de la grandeur d'une lentille, étaient disséminées sur sa face. Enfin, ce qui nous parut à tous bien extraordinaire, le cadavre avait, au milieu de l'épaule droite, six cercles qui conservaient leur couleur de chair et paraissaient d'autant mieux tranchés sur la peau noirâtre. Ces cercles, l'un à la suite de l'autre, se touchant en un point, étaient de trois grandeurs différentes, correspondant exactement à celles des monnaies d'or que le jeune homme avait du côté droit de sa ceinture : ce que le juge instructeur et tous les témoins ont certifié, après que la comparaison en fut faite. »

Ainsi, la foudre avait gravé sur l'épaule du jeune homme l'empreinte des monnaies renfermées dans sa poche.

En 1841, un fait du même genre fut constaté dans le département d'Indre-et-Loire. Pendant un orage, deux personnes s'étaient réfugiées sous un peuplier : c'était un garçon meunier et un magistrat dont on ne dit pas le nom. La nuée orageuse vint à se décharger contre l'arbre, et la foudre, qui ne connaît pas les distinctions sociales, imprima également sur la poitrine du magistrat et sur celle du garçon meunier des traces parfaitement semblables à celles d'une feuille de peuplier.

A tous les faits précédents, M. Boudin ajoute une observation toute semblable, dont il a été lui-même le témoin, et qui l'a conduit à porter son attention sur ces singuliers phénomènes.

Il serait très-prématuré d'admettre, avec l'auteur du Mémoire qui nous occupe, que les impressions produites sur le corps des individus foudroyés sont du même ordre que les phénomènes photographiques et qu'elles peuvent s'expliquer par une action chimique analogue. Mais ce qui donne à ces faits une certaine importance et ce qui leur prête un intérêt tout autre que celui d'une simple curiosité, c'est qu'ils sont peut-être de nature à être un jour invoqués par la médecine légale comme signes propres à caractériser, dans quelques circonstances, la mort par l'action de la foudre.

6

Le stéréoscope-omnibus.

M. Faye, savant physicien et astronome, a fait connaître le moyen de remplacer le stéréoscope par une sim-

ple feuille de papier percée de deux trous. Ces deux trous sont de 2 millimètres de diamètre, et ils sont placés à une distance l'un de l'autre, à peu près égale à celle des deux yeux de l'observateur. Pour se servir de ce *stéréoscope-omnibus*, il suffit de le placer d'une main sur le dessin double qu'on tient de l'autre main, et de l'approcher peu à peu des yeux, sans cesser de regarder le dessin à travers les deux trous. Bientôt, ces deux trous semblent se confondre en un seul : alors l'image en relief apparaît entre les deux images planes avec une netteté parfaite. Sans doute, on peut obtenir la sensation du relief sans se servir d'aucun appareil ; mais le moyen indiqué par M. Faye facilite la vision stéréoscopique, et s'applique aisément à tous les cas, surtout aux dessins insérés dans des albums ou dans des livres, et qui se rattachent à la cristallographie, à l'histoire naturelle, et qu'on ne peut placer sous le stéréoscope ordinaire. Ce moyen a servi à M. Faye à vulgariser, dans ses cours, des notions qui sont désormais indispensables pour les études scientifiques.

Nous devons faire remarquer à ce sujet que l'on a déjà fait usage d'un moyen analogue à celui qui est conseillé par M. Faye. On sait depuis longtemps que, pour obtenir l'effet stéréoscopique, il suffit de tenir la plaque photographique à une certaine distance des yeux, de regarder, dans le champ extrême de sa surface supérieure, un point parallèle au rayon visuel, et plus eloigné que la plaque, et de rapprocher celle-ci graduellement. On voit alors, d'abord, trois images qui se confondent peu à peu en une seule, et celle-ci représente enfin l'image stéréoscopique avec les reliefs et la perspective, comme si elle était vue dans le stéréoscope.

Le moyen indiqué par M. Faye pourra servir avec avantage à remplacer les stéréoscopes que vendent nos fabricants : ce sera donc pour le public un clair bénéfice. Nous

prévenons seulement les personnes presbytes qu'elles doivent renoncer à en faire usage, l'image stéréoscopique ne se produisant pas avec cet instrument si la vue est un peu longue.

7

La pêche miraculeuse.

Une nouvelle méthode de pêche, empruntant ses moyens à la physique, car elle consiste à éclairer l'intérieur des eaux par la lumière électrique, a été proposée par un chimiste de Paris, M. Scipion Dumoulin.

Nos engins actuels de pêche sont devenus insuffisants, comme l'étaient autrefois pour les transports les pataches et les malles-postes, que la vapeur et l'électricité sont venues remplacer. C'est aussi l'électricité qui fera disparaître tous nos piéges enfantins, tels que la ligne et l'hameçon, qui ne servent à attraper les poissons qu'un à un. A l'aide du stratagème que fournit la physique, on peut faire arriver de très-loin les poissons dans nos filets.

Dans l'Adriatique, on pêche les thons à la lueur d'un brasier allumé sur une grille qui se trouve placée à l'avant des bateaux; les saumons se prennent de la même manière en Écosse. Mais si l'on parvient à accrocher quelques thons à coups de trident barbelé, les autres échappent à ce piége sanglant, de sorte que, sur trois cents curieux, c'est à peine si on en prend une douzaine par nuit, tandis qu'on les prendra peut-être en moins d'une heure avec le moyen nouveau que nous allons décrire.

Ce moyen consiste à associer trois ou quatre barques, et à descendre, avec des cordes, un grand et fort filet, au fond de l'eau. On laisse glisser, au centre de ce filet, un globe de verre épais, dans lequel on a placé l'appareil qui sert à produire la lumière électrique, c'est-à-dire deux char-

bons conducteurs placés en regard, et entre lesquels se décharge le courant voltaïque, en formant un arc lumineux d'un éclat très-puissant. Les conducteurs, formés de fils de cuivre et revêtus de gutta-percha, passent à travers deux ouvertures percées dans le globe de verre, et qui sont fermées par de bons bouchons; ils aboutissent à la pile voltaïque, placée dans une des barques. Dès que la pile est mise en activité, une lumière étincelante jaillit dans l'obscurité du fond de la mer : les poissons qui l'aperçoivent accourent en foule de plus d'un quart de lieue, on les voit tourner et s'agiter autour du magique miroir. On les compte tout à son aise; et quand la charge paraît suffisante, on donne le signal de relever : les barques se rapprochent, et ramènent, à chaque coup, une pêche vraiment miraculeuse.

Pour tirer parti industriellement de cette idée et opérer sur une grande échelle, il faudrait, selon M. Jobard, pouvoir disposer de plusieurs milliers de tonneaux pleins de mélasse, ou sucre brut liquide, qui a la propriété de conserver frais les viandes et poissons de toute espèce. On placerait les poissons dans ces tonneaux, pour les expédier dans toute la France et les conserver frais pendant un ou deux mois. Les tonneaux et la mélasse retourneraient ensuite à la mer, pour se remplir encore, et parcourir indéfiniment le même trajet.

XI

INVENTIONS NOUVELLES.

1

La téléphonie ou télégraphie musicale.

Depuis quinze ans, le public a été entretenu, à différents intervalles, du système de télégraphie qui a pour base l'acoustique, c'est-à-dire de la transmission des dépêches, des ordres, etc., au moyen des sons d'un instrument. Un grand nombre de commissions se sont réunies, à différentes époques, pour juger la valeur de ce système. Toutes ces commissions ont été favorables à cette curieuse découverte, et les difficultés ou les lacunes qu'elles ont signalées à l'inventeur, sont devenues pour lui l'occasion de perfectionner sa méthode. Un rapport très-favorable à la téléphonie a été présenté cette année à la Société d'encouragement par M. Lissajous. Enfin, l'inventeur lui-même lisait, au mois d'août 1856, à l'Académie des sciences, une analyse de ses travaux. L'intérêt de ce sujet, la curiosité qu'éveille la connaissance d'une méthode de télégraphie ayant pour unique moyen l'emploi de deux ou trois sons musicaux, nous engagent à donner ici un exposé sommaire de cette question.

La téléphonie, ou télégraphie musicale, a pour objet d'établir une correspondance entre deux personnes éloignées, au moyen de la combinaison de quelques sons faciles à re-

connaître. Ces signaux peuvent, au besoin, être transmis successivement par un certain nombre de personnes intermédiaires.

C'est en 1817 que M. Sudre, alors professeur à l'école de Sorèze, eut l'idée de substituer les sons musicaux au langage parlé, et de constituer ainsi une sorte de langue musicale dans laquelle les diverses articulations fussent remplacées par des combinaisons de notes empruntées à notre gamme musicale. Dès 1827, ce problème était résolu, et l'auteur proposait l'emploi de son système pour la transmission des ordres dans l'armée. Les essais faits, à cette époque, en présence du général Desprez, président du comité consultatif d'état-major, furent satisfaisants. Néanmoins, ce général engagea M. Sudre à modifier sa méthode de façon à n'employer que les notes du clairon d'ordonnance. Pour rendre facile l'emploi de la téléphonie dans l'armée, il fallait réduire le nombre des notes nécessaires à cinq au lieu de sept.

Cette difficulté fut promptement levée, et, le 20 décembre 1829, des clairons dressés par M. Sudre transmettaient, au champ de Mars, des ordres depuis l'École militaire jusqu'au Trocadéro. Depuis cette époque, l'auteur s'est appliqué à simplifier son système, en diminuant le nombre des notes nécessaires, et le succès a répondu à son attente.

Quels sont les principes qui régissent la téléphonie ?

M. Sudre a été conduit à l'emploi des sons musicaux comme moyen de correspondance, par les réflexions de tous les grands esprits qui se sont occupés de linguistique, et qui ont mis en avant le beau projet d'une langue universelle. Descartes, Leibnitz, J. J. Rousseau, Chabanon, Ch. Nodier ont indiqué la musique comme l'élément certain d'une langue universelle : « Dire et chanter sont la même chose, » a dit Strabon. « Les premières langues

furent chantantes et passionnées, dit le philosophe de Genève ; toutes les notes de la musique sont autant d'accents. » — D'après un de nos écrivains modernes : « Les langues, les idiomes, les dialectes, les patois varient au point que souvent on n'entend pas le paysan du village voisin ; mais la musique est une pour tous. D'Alguarno, qui a précédé Wilkins et Leibnitz, assure qu'avec nos cinq sens physiques, cinq voyelles et cinq consonnes, on pourrait fournir des paroles à toutes les perceptions de l'homme.

C'est en méditant ces principes que M. Sudre jeta les bases de son système téléphonique. En 1829, un de nos illustres compositeurs, Berton, l'auteur d'*Aline* et de *Montano et Stéphanie*, présentait l'inventeur et son œuvre à la classe des beaux-arts de l'Institut. Un rapport fut fait à ce sujet par l'Institut, et communiqué au vicomte de Caux, alors ministre de la guerre, lequel pria M. Sudre de se rendre auprès du président du comité consultatif d'état-major et d'expérimenter sous ses yeux. Le résultat des essais auxquels la nouvelle méthode fut soumise parut déjà, à cette époque, très-encourageant.

Cependant, tel qu'il existait en 1829, le système téléphonique de M. Sudre était compliqué ; il exigeait alors l'emploi de cinq sons : c'étaient les cinq notes de la gamme que donne le clairon :



Il a été depuis singulièrement perfectionné. La téléphonie, telle qu'elle existe aujourd'hui et telle qu'elle est mise en pratique par M. Sudre, repose sur des conventions dont nous allons essayer de donner une idée, autant néanmoins qu'il est permis de le faire pour un système qui se com-

pose, dans son application pratique, de conventions qui ne doivent être connues que des correspondants qui échangent les sons.

La téléphonie n'emploie que trois sons distincts : *sol*, *ut*, *sol*, compris dans les notes du clairon d'ordonnance. Ces notes sont séparées par des intervalles musicaux assez étendus pour que les oreilles les moins exercées ne puissent les confondre. Chaque signal se compose d'un nombre de sons qui ne dépasse jamais trois, et qui se réduit quelquefois à deux, et même s'il le faut à un seul. Deux signaux successifs, dont l'un sert de signal d'avertissement, suffisent pour transmettre l'un quelconque des ordres inscrits à l'avance dans un livre de tactique militaire. Les mêmes combinaisons sont applicables à la tactique navale.

Si l'un des ordres inscrits à l'avance sur le dictionnaire a besoin d'être complété par l'addition d'un ou plusieurs noms de ville ou de personne, ces noms peuvent immédiatement être traduits en langue téléphonique, et n'exigent qu'un petit nombre de sons pour être indiqués ; des phrases entières peuvent même, à la rigueur, être transmises par ce moyen.

Ainsi, la téléphonie n'est autre chose que la langue universelle, réduite à cinq sons d'abord, puis à quatre et enfin à trois, afin de la conformer à la portée du clairon d'ordonnance et de l'approprier à la télégraphie militaire. L'inventeur a choisi comme termes les notes de l'accord *sol*, *ut*, *sol*, qui sont d'une perception facile, même pour les personnes qui n'ont aucune notion de musique.

Pour rendre sa méthode plus sûre et éviter toute erreur pour les oreilles, qui ne pourraient distinguer les trois sons, M. Sudre peut, au besoin, les signaler plus complétement en doublant le second et triplant le troisième, ce qui empêche toute méprise. Mais il est à croire qu'un tel auxiliaire sera la plupart du temps inutile, car les soldats

savent tous reconnaître les ordres que l'on donne, pendant leurs manœuvres ordinaires, avec la trompette de cavalerie, quoique ces sons soient souvent plus compliqués que les signaux téléphoniques de M. Sudre.

Au lieu de clairons, M. Sudre peut faire usage du tambour, en substituant à chacune des notes *sol*, *ut*, *sol*, une batterie particulière dont la signification est connue à l'avance. Le canon même peut être utilisé dans les circonstances où les clairons et les tambours n'ont pas une portée suffisante, par exemple en mer, ou par un vent violent. Ces divers modes de transmission ne changent rien au système téléphonique : chaque signal reste toujours composé de notes dont le nombre ne dépasse pas trois, et dont chacune a sa représentation dans le mode particulier de transmission que l'on croit devoir adopter.

Dans cette télégraphie, comme autrefois dans la télégraphie aérienne sauf les signaux réglementaires, les stationnaires intermédiaires n'ont aucune connaissance de la valeur des sons qu'ils transmettent. D'ailleurs, la faculté de changer à volonté la clef des signes garantit le secret des dépêches. Le grand avantage de la téléphonie est de dérouter ainsi les combinaisons, les surprises et la sagacité de l'ennemi : le changement de clef suffit pour renverser les termes de la transmission.

Pour étendre encore les applications de son système, et rendre la communication possible entre deux corps d'armée dans toute espèce de circonstances, M. Sudre a imaginé récemment, comme conséquence des mêmes principes, un mode particulier de télégraphie aérienne qui n'exige que trois signes distincts. Pendant le jour, trois disques coloriés ; pendant la nuit, trois fanaux, lui suffisent pour établir une correspondance entre deux postes éloignés. On peut même indiquer simultanément le même ordre à toute une armée par l'emploi de trois fusées de couleurs différentes. On a cet avantage quand on emploie

les disques ou les fanaux, que l'on peut se passer de signal d'avertissement ; il suffit en effet d'échelonner trois disques déterminés à des hauteurs différentes, sur un support léger, que l'on élève ensuite assez haut pour qu'ils soient aperçus. La disposition géométrique des disques, jointe à la différence de leurs teintes, suffit pour indiquer d'un seul coup un ordre quelconque inscrit au dictionnaire télégraphe. Tous ces moyens rentrent, on le voit, dans les pratiques de la télégraphie aérienne, aujourd'hui abandonnée, mais qui avait fini par s'élever à un degré avancé de perfection.

Les trois disques coloriés ne sont que la représentation *visuelle* des trois sons ; ils occupent la même place qu'eux sur une *portée* de trois lignes, si bien qu'un soldat-clairon qui les voit peut les signaler à un poste qui ne pourrait les apercevoir. Ces trois signaux, d'une forme ronde, n'ont aucun rapport, aucune ressemblance avec ceux dont jusqu'à présent on a fait usage dans les diverses modifications de la télégraphie aérienne.

Depuis l'époque, déjà éloignée, où elle fut imaginée par l'inventeur, la téléphonie a été l'objet, un grand nombre de fois, d'un examen approfondi. Il ne sera pas sans intérêt de faire connaître les différentes opinions que les hommes de science ou de guerre ont exprimées sur sa valeur.

En 1829, à la suite du rapport qui avait été adressé à l'Institut sur la demande de Berton, le ministre de la guerre fit procéder, avons-nous dit, à des expériences sur ce nouveau mode de correspondance militaire. Dans un premier essai que M. Sudre fit au champ de Mars, en présence de plusieurs généraux du génie et de l'état-major, une phrase expédiée à l'aide du clairon, de l'extrémité du champ de Mars à une vedette placée au-dessus de la butte du Trocadéro, fut reçue par celle-ci, et le signal de réception renvoyé à l'expéditeur en moins

de quinze secondes. C'est à la suite de ce premier résultat que le ministre de la guerre nomma une commission d'officiers généraux de toutes armes, laquelle, après plusieurs expériences au champ de Mars, fit un rapport très-favorable sur la nouvelle invention.

Quelques mois plus tard, l'inventeur recevait du ministre de la marine l'ordre de se rendre à Toulon, pour y faire des expériences devant une commission maritime. Elles se renouvelèrent plusieurs fois, et toujours avec succès, devant cette commission, présidée par le contre-amiral Gallois. Le rapport se montra très-favorable à la nouvelle méthode télégraphique. Cependant le gouvernement ne prit aucune décision pour l'appliquer immédiatement.

Plus tard, continuant de perfectionner ses procédés, M. Sudre soumit de nouveau sa découverte à l'Académie des sciences, qui, dans un rapport dû à MM. Edwars aîné et Freycinet, capitaine de vaisseau, lui accorda beaucoup d'éloges.

En 1841, le ministre de la marine chargea M. Sudre d'aller expérimenter son système sur l'escadre de la Méditerranée. La commission nommée par le vice-amiral Hugon, commandant en chef de l'escadre, s'assembla plusieurs fois en rade, et put s'assurer que la rapidité de transmission de tous les ordres de la tactique navale était convenable, et que toutes les formules pouvaient être communiquées, la nuit comme le jour, par le clairon, à une distance d'environ 2200 toises.

Lorsque l'escadre sortit de Toulon pour aller mouiller aux îles d'Hyères, d'autres épreuves eurent lieu, à dix heures du soir, au mouillage; elles donnèrent le même résultat. L'amiral jugea alors à propos d'adopter ce moyen pour ordonner à ses navires de faire leurs préparatifs de départ. La téléphonie retentit aussitôt, et les signaux se traduisirent en langue vulgaire à bord de chaque navire. Le len-

demain, au point du jour, l'escadre levait l'ancre et se dirigeait vers nos possessions d'Afrique. Au retour, durant la traversée d'Alger à Toulon, les expériences qui eurent encore lieu en pleine mer, par tous les temps, ne laissèrent aucun doute dans l'esprit des membres de la commission : les évolutions, les grandes manœuvres même, s'exécutèrent au moyen de la téléphonie.

La commission déclara donc que le système téléphonique pouvait être fort utile à la marine, et elle appela sur ce sujet la sérieuse attention du gouvernement.

Le succès des expériences faites en mer réveilla le zèle de l'administration de la guerre. De nouvelles épreuves commencèrent au Champ de Mars, et la commission d'officiers généraux, devant qui elles eurent lieu, conclut à l'adoption de ce système dans l'armée, et à la création d'une école de téléphonie. Cette commission émit encore le vœu qu'une récompense de même nature que celles qu'on accorde aux auteurs des découvertes importantes fût allouée à l'inventeur pour la cession de son système au gouvernement. Éclairé sur la valeur de la méthode, le ministre désigna une seconde commission, également composée d'officiers généraux de toutes armes, afin qu'elle indiquât le moyen le plus sûr de répandre la téléphonie dans tous les corps de l'armée.

Cette dernière commission prit connaissance de tous les procédés, de tous les secrets des conventions télégraphiques de M. Sudre, et, après s'être assurée que ces moyens étaient d'une exécution facile pour les soldats et pour les officiers qui seraient chargés d'interpréter les signaux, elle proposa d'accorder une somme de 50 000 francs à l'inventeur comme indemnité de ses longs travaux, et 3000 francs de traitement annuel comme directeur de l'école de téléphonie. Mais ces récompenses promises n'ont jamais été accordées.

Nous ignorons pourquelles causes le projet d'introduire

dans l'armée le système de correspondance acoustique, qui semblait arrêté, en 1841, dans l'esprit du gouvernement, ne reçut aucune suite. On le trouva sans doute trop compliqué. Au reste, l'inventeur se dédommagea de cet insuccès par le meilleur des moyens : il perfectionna davantage son œuvre, car, en 1846, il parvint à réduire à l'unité tous les sons dont il avait besoin. Voici ce qu'on lisait dans le *Moniteur* du 4 février 1846 :

« Des expériences de télégraphie acoustique, inventée par M. Sudre et pratiquée par le canon, ont eu lieu aujourd'hui, à Vincennes, en présence de M. le duc de Montpensier, de M. le général Gourgaud, président du comité d'artillerie, et de plusieurs autres officiers généraux et supérieurs. On avait mis à la disposition de M. Sudre huit pièces d'artillerie qu'on avait placées en avant de la porte sud du château. L'élève de M. Sudre, qui devait interpréter les ordres, était derrière les buttes du polygone. Tous les ordres, transmis avec une grande rapidité et sans autre auxiliaire que le canon, ont été interprétés avec la plus scrupuleuse fidélité ; et, lorsque la séance a été terminée, S. A. R. ainsi que les généraux ont témoigné toute leur satisfaction à M. Sudre. »

C'était un résultat presque merveilleux, un progrès immense pour la télégraphie militaire, que cette réduction à l'unité. Tous les éléments de la téléphonie ont pu dès lors être appropriés à cette nouvelle combinaison. Aujourd'hui, on peut employer alternativement, selon les circonstances, une note, un coup de canon, un tambour, un fanal, un signe quelconque. Ajoutons que, pour avoir gagné en simplicité et en rapidité, la transmission des signaux n'a rien perdu, assure l'inventeur, de l'exactitude qui fait son principal mérite.

En 1850, des expériences de ce système ainsi simplifié furent exécutées par M. Sudre avec le plus grand succès, et à une distance double de celle qui avait été choisie dans les essais faits avant cette époque.

Un journal rendait compte, en les termes suivants,

le 3 mars 1850, de ces expériences, les plus remarquables sans aucun doute de toutes celles qu'ait encore exécutées l'inventeur :

« Des expériences de télégraphie acoustique ont été renouvelées jeudi au Champ de Mars. Il s'agissait, cette fois, de savoir si des ordres partant de l'École militaire pouvaient être communiqués au moyen de plusieurs postes de clairons, échelonnés de distance en distance, au village de Rueil, éloigné de dix kilomètres du point de départ.

Le succès le plus complet a été obtenu. Voici le texte des ordres que M. le général Guillabert a donnés à M. Sudre :

« *Gardez-vous sur votre flanc gauche.*

« *Nous sommes attaqués par des forces supérieures.*

« *Envoyez-nous de l'artillerie.* »

De son côté, l'officier d'état-major, qui était à Rueil, a transmis au général Guillabert les deux ordres suivants :

« *La brèche est faite au bastion n° 25 ; prenez vos dispositions pour que l'assaut soit donné demain matin.*

« *Rentrez au camp.* »

Nous ajouterons enfin, pour terminer la liste des occasions si nombreuses dans lesquelles des juges compétents ont rendu pleine justice aux travaux de M. Sudre, que le jury international de l'Exposition universelle de 1855, présidé par le prince Napoléon, a accordé à M. Sudre, comme exposant, une récompense de 10 000 francs pour son invention de la *téléphonie*. MM. Dumas, Ch. Dupin, Babinet, Élie de Beaumont, Regnault, Combes, de Gasparin, Michel Chevalier, Halévy, de Laborde ; les généraux Poncelet, Morin, Piobert, le maréchal Vaillant, faisaient partie de la commission impériale.

Aux divers perfectionnements que nous venons de faire connaître, M. Sudre vient encore, tout récemment, d'en ajouter un nouveau, qui consiste à signaler à la vue les sons de la correspondance téléphonique. Pour cela, il fait usage d'un appareil sur lequel il place les trois notes musicales, qu'il considère alors comme des signes. De cette manière, le vent, qui, dans certains cas, paralyserait peut-

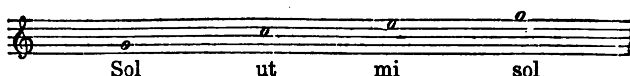
être l'effet du clairon ou celui du tambour, ne pourrait empêcher que les signes représentant les trois sons ne soient distingués au loin.

Pour résumer l'exposé qui précède, il suffira de mettre sous les yeux du lecteur le tableau des notes de la gamme, qui ont été employées par M. Sudre dans les diverses périodes du perfectionnement de son système. Voici ce tableau, dans lequel, on le remarquera, ne figurent que les notes qui peuvent seules être données par le clairon.

Système de 1829.



Système de 1841.



Système de 1850, *qui paraît le meilleur en ce qu'il réunit deux moyens de communication qui s'exécutent simultanément. Le* tambour *et le* canon *peuvent également désigner ces trois sons, qui, de plus, se signalent à la vue par trois disques ou trois fanaux.*



Système de l'unité.



Après tous les jugements favorables qui ont été exprimés sur le compte de la téléphonie, on est surpris, il faut le

dire, de ne l'avoir jamais vu adopter dans les armées. Ce système est connu depuis vingt-cinq ans, il a été expérimenté un nombre considérable de fois. Comment se fait-il donc que ni en France ni à l'étranger il n'ait jamais été couronné par la sanction de l'emploi pratique dans les armées de terre ou de mer? Ce fait nous paraît grave contre l'invention de M. Sudre. Il constitue un argument sérieux à lui opposer; car on ne saurait douter que tous les gouvernements, toutes les administrations qui ont expérimenté ce système, n'aient eu des raisons valables pour repousser son emploi. Il est à croire que cette méthode soulève dans la pratique quelque obstacle capital qui en diminue les avantages. L'influence des échos, qui peuvent mêler aux notes du signal les mêmes notes, répétées à des intervalles plus ou moins rapprochés, nous apparaît comme un de ces inconvénients. On entrevoit pourtant des moyens simples de parer à cette difficulté.

En résumé, sans être partisan enthousiaste de la télégraphie musicale de M. Sudre, nous avons cru que la connaissance de cette méthode, sur laquelle l'attention publique vient d'être de nouveau appelée, intéresserait nos lecteurs. Nous faisons des vœux pour que l'inventeur parvienne enfin à atteindre le but qu'il poursuit depuis tant d'années : celui de faire adopter son invention pour l'usage des armées et des flottes. La téléphonie ne saurait, sans nul doute, avoir la prétention de remplacer la télégraphie électrique; mais on peut remarquer que ce dernier moyen de correspondance ne peut fonctionner que sur des lignes déterminées et préétablies. Dans les armées en campagne, le télégraphe électrique s'improvise, il est vrai, très-rapidement, mais encore faut-il que le terrain soit libre entre les deux stations. La téléphonie lui est supérieure sous ce rapport; elle opère en tous lieux et sans préparation préalable. La téléphonie peut fonctionner sur une flotte, et suppléer, à la rigueur, à tous les systèmes que l'on a proposés

pour communiquer rapidement au loin. Elle est mobile et peut s'improviser partout. Elle peut se pratiquer dans presque tous les lieux, dans les alternatives de jour et de nuit ; la nuit lui est même très-favorable, par suite du silence qu'elle étend sur la terre. Ainsi, ni la diversité de lieux, ni les vicissitudes, ni les changements subits du temps, n'arrêtent son essor. Ajoutons que les instruments de la téléphonie, à part le canon, sont très-portatifs ; ils servent en outre à d'autres usages, condition d'une haute importance dans la pratique : c'est le clairon, c'est-à-dire un instrument qui est, pour un autre objet, entre les mains du soldat, qui constitue son agent essentiel. Ainsi, la téléphonie l'emporte sur la télégraphie dans toutes les situations où l'on n'a ni le temps de choisir les lieux, ni l'alternative du choix.

A la mer, la téléphonie présenterait peu de supériorité sur les signaux visuels ; mais on sait, d'un autre côté, que les signaux maritimes ne peuvent être employés que dans la transmission d'ordres prévus et arrêtés d'avance. La téléphonie suppléerait à cette insuffisance, car elle permet d'exprimer toute sorte d'idées, de transmettre tous les ordres possibles. En même temps, elle peut ajouter beaucoup à la puissance des signaux de nuit, et rendre praticables jusqu'aux signaux de brume.

Nous pensons, d'ailleurs, avec M. Lissajous, qui a exprimé cette idée dans son rapport à la Société d'encouragement, que la téléphonie peut trouver son application, non-seulement à la guerre, mais même dans l'industrie, en particulier pour le service des chemins de fer, où l'emploi d'un mode de communication simple et rapide présenterait un grand nombre d'avantages.

Aux doutes qui sont exprimés dans la dernière partie de la notice que l'on vient de lire, M. Sudre a répondu par

une lettre qui a été insérée dans *la Presse* le 8 septembre 1856, et qu'il nous paraît utile de reproduire ici comme le complément explicatif ou l'éclaircissement de ce qui précède. Voici donc la lettre de l'honorable inventeur :

Au Secrétaire de la rédaction.

« Monsieur,

« Je lis dans le feuilleton de votre estimable journal un article très-détaillé sur la *téléphonie* ou *télégraphie musicale*, dont je suis l'inventeur. Le savant critique paraît être surpris, avec juste raison, que ce système de correspondance, tant de fois expérimenté, tant de fois approuvé par différentes commissions, ne soit pas encore en pratique dans toute l'armée! M. Louis Figuier serait peut-être bien plus étonné s'il savait que trois ministres de la guerre, y compris M. le maréchal de Saint-Arnaud, ont donné leur complète approbation aux rapports faits par les généraux qui n'ont cessé de signaler cette méthode au gouvernement comme une inventiòn utile et avantageuse à l'art militaire.

« Les expériences les plus concluantes et les plus décisives sont celles qui furent faites en 1850, du Champ de Mars à Rueil, à l'aide de trois sons seulement : *sol*, *ut*, *sol;* et si j'en crois le récit d'un grand nombre d'officiers et soldats-clairons revenant de l'armée d'Orient, un usage absolument semblable aurait été fait dans un but utile, afin d'éviter à nos travailleurs d'être surpris par les sorties nocturnes que faisaient les Russes. (Voir, à ce sujet, *la Presse* du 28 février 1855.)

« Mais voici qui est plus explicite; j'écris ce qui suit sous la dictée d'un capitaine d'état-major :

« A mesure, dit-il, que nos travaux se rapprochaient de « Sébastopol, les Russes faisaient de temps en temps des sor- « ties nocturnes, pour attaquer nos travailleurs; il en est « résulté du retard dans l'exécution de nos travaux. Alors un « grand nombre d'officiers pensèrent qu'il était urgent d'éta- « blir des lignes de clairons, afin de prévenir, d'un bout à « l'autre des tranchées, que l'ennemi attaquait sur tel ou tel « point. Une fois ces lignes établies, les clairons de chaque « compagnie répétaient les signaux convenus, et l'armée de « réserve, située à un endroit qu'on appelait le *Clocheton*,

« était prévenue de se tenir prête à marcher, par un poste
« intermédiaire, du *Clocheton* à la première parallèle. Après
« un signal donné, on faisait entendre quelques notes isolées
« pour indiquer si l'on s'adressait à la droite, à la gauche ou
« au centre; et, chose remarquable, ajoute cet officier, c'est
« que, pendant la fusillade et même la canonnade, le son du
« clairon dominait entièrement. »

« Cette correspondance téléphonique, semblable en tout point à celle qui fut pratiquée en 1850, du Champ de Mars à Rueil, au moyen de plusieurs postes de clairons, rendit un très-grand service, puisque nos travailleurs ne furent plus inquiétés.

« Qu'avaient dit, au surplus, les trois commissions de généraux qui avaient examiné sérieusement la téléphonie? Ils avaient dit « qu'ils pensaient qu'il était facile d'employer avec
« avantage la téléphonie pour faire correspondre les troupes
« d'une même armée qui occuperait divers points d'une posi-
« tion stable et étendue, etc., etc. » Ce cas était absolument la situation de notre armée devant Sébastopol.

« Je me bornerai donc aujourd'hui à constater que la téléphonie a toujours obtenu l'approbation des hommes d'art, de science et de guerre, et que le retard qu'on a apporté jusqu'à présent à en faire une application générale ne doit être attribué à aucun argument sérieux, ni à aucune raison valable pour repousser son emploi : craintes qui, du reste, disparaissent entièrement en présence de la volonté si bien exprimée par trois ministres de la guerre dont *j'ai conservé les lettres*, et qui tous ont adopté ce moyen de communication. Et, pour ne citer qu'un fait assez rapproché, il me suffira de dire qu'au mois de mars 1853, M. le maréchal de Saint-Arnaud, ayant appris que la Russie m'offrait de m'acheter mon système, me fit écrire « qu'il trouvait bonnes les décisions des diverses
« commissions qui avaient examiné et approuvé cette méthode
« et qu'*il les acceptait.* »

« Au surplus, à part les doutes qu'a manifestés M. Louis Figuier sur la bonté de ma méthode, je me plais à reconnaître que le savant critique n'a dit que l'exacte vérité.

« J'ose croire que ce ne sera pas inutilement que j'ai désiré, en tout temps, conserver à mon pays le fruit de mes travaux.

« Veuillez agréer, etc. F. SUDRE. »

2.

Le télégraphe solaire.

Un employé de l'administration des télégraphes, M. Leseurre, a imaginé un nouveau moyen de correspondance télégraphique qui repose sur la réflexion des rayons solaires, projetant à des distances très-considérables des éclairs lumineux. La répétition de ces éclairs, leur longueur ou leur brièveté, forment un alphabet particulier, qui sert à composer une écriture de convention. Le télégraphe solaire est destiné à établir une correspondance rapide dans les pays où l'installation de la télégraphie électrique présenterait des difficultés; il s'appliquera spécialement avec de grands avantages en Afrique, pour le service de notre armée. Les expériences auxquelles ce nouveau système de télégraphie a été soumis en présence du ministre de la guerre, M. le maréchal Vaillant, ont donné d'excellents résultats.

Comment concevoir que deux observateurs puissent correspondre entre eux par l'envoi réciproque d'éclairs dus à la réflexion des rayons solaires?

Un faisceau de lumière solaire, réfléchi par un miroir dans une direction déterminée, se transmet, en rase campagne, à une si prodigieuse distance, que toute la difficulté ne peut consister qu'à composer un appareil susceptible de recevoir commodément les éclairs lumineux et pouvant fonctionner pendant toute la durée du jour. Un tel appareil doit pouvoir réfléchir un faisceau lumineux dans une direction quelconque, et l'y maintenir malgré le déplacement du soleil. Il faut ensuite que les éclairs, alternativement provoqués et éteints, constituent des signaux auxquels un sens soit attaché.

Pour obtenir la fixité du faisceau réfléchi, M. Leseurre emploie deux miroirs : l'un est mobile, et suit les mouvements du soleil; l'autre est fixe. Exposé au soleil, le miroir mobile est incliné sur un axe parallèle à l'axe du monde, et tourne autour de cet axe d'un mouvement uniforme et exactement égal au mouvement de rotation de la terre sur elle-même; il produit donc l'effet de l'instrument de physique qui a reçu le nom d'*héliostat*, c'est-à-dire qu'il maintient immobile et dans la même direction le faisceau lumineux, quelle que soit l'inclinaison du soleil sur l'horizon. Le miroir fixe reçoit le faisceau lumineux réfléchi par ce miroir mobile, et il l'envoie dans la direction d'une lunette et d'un écran, qui sont disposés pour le recevoir à la station opposée.

Pour produire un signal lumineux sur l'écran placé à l'une des stations, on imprime au miroir réflecteur un léger mouvement, au moyen d'une simple pression de la main, qui fait agir un petit ressort d'acier. Par ce léger déplacement produit par la main sur le miroir réflecteur, et selon la rapidité de ce déplacement, la station opposée peut recevoir sur son écran des éclairs brefs ou prolongés.

On a donné à ces éclairs, brefs ou prolongés, la même signification que les lignes et les points reçoivent dans le vocabulaire du télégraphe électrique de Morse. On sait que le vocabulaire du télégraphe Morse, aujourd'hui adopté dans toute l'Europe, se compose simplement de lignes et de points; il a été décidé que les éclairs brefs, dans le télégraphe solaire, représenteraient les points, et que les éclairs prolongés représenteraient les lignes : avec ces lignes et ces points, on compose un alphabet et une écriture, qui suffisent parfaitement à tous les besoins de la correspondance.

Il reste à dire comment, avec le télégraphe solaire, deux

personnes, ignorant leur position respective, peuvent se chercher mutuellement et commencer une correspondance.

Voici comment opère le stationnaire qui veut avertir son correspondant et qui ignore sa situation. Il commence par rendre horizontal l'axe de rotation du miroir tournant, et place ce miroir de façon à réfléchir, parallèlement à son axe, la lumière solaire. Cette lumière réfléchie tombe alors sur le deuxième miroir qui est rendu vertical, et qui peut tourner autour d'un axe vertical; ainsi disposé, ce miroir doit renvoyer successivement vers tous les points de l'horizon la lumière réfléchie par le premier miroir. La zone horizontale qu'éclaire chaque demi-rotation du miroir vertical présente un demi-degré de hauteur. Si l'on craint que quelque point n'ait échappé, on modifie un peu l'inclinaison de l'un des miroirs, et on balaye l'horizon par de nouvelles zones d'éclairs.

Tous ces mouvements sont guidés par l'écran de la lunette, qui accuse à chaque instant la direction du faisceau émergent, et dispense de toute précision. La personne que l'on cherche recevra donc quelques-uns des éclairs, reconnaîtra le point d'où ils partent, s'orientera sur ce point, et lui renverra un feu permanent sur lequel on pourra s'orienter à son tour ; la correspondance régulière pourra alors commencer.

Dans les expériences qui ont eu lieu devant M. le maréchal Vaillant, on a établi une correspondance très-rapide entre le mont Valérien et la terrasse de la coupole à l'Observatoire; le même échange de signaux a encore eu lieu entre les tours de Saint-Sulpice et la tour de Montlhéri, à une distance de moitié plus considérable.

M. le maréchal Vaillant a parlé à l'Académie d'une expérience bien plus satisfaisante encore, car on a constaté que lorsque le soleil, voilé par des brumes, s'efface dans le ciel, et ne se manifeste plus que par une large zone ar-

gentée, le signal lumineux est pourtant toujours sensible à l'œil nu, et se montre très-brillant dans la lunette. Il résulte de là que, même en l'absence du soleil, la correspondance pourra être continuée.

Le télégraphe solaire n'est pas, comme le télégraphe aérien, un instrument nécessairement fixe et qui exige des stations toujours les mêmes. Il peut s'installer partout. L'instrument portatif, construit par M. Leseurre, ne pèse que 8 kilogrammes. Il se monte sur un trépied en bois, et s'oriente à l'aide d'une boussole et d'un niveau à bulle d'air. Il n'occupe guère plus de volume qu'un *héliostat*, avec lequel il a beaucoup de ressemblance. Il est surtout remarquable par la facilité qu'on a de le transporter d'un endroit dans un autre, par le peu d'embarras qu'il cause et le peu de temps qu'il exige pour être installé et mis en usage.

Le *télégraphe solaire* ou *héliographe* sera très-probablement adopté pour le service des armées, et spécialement pour l'Algérie, puisque c'est par l'ordre des ministres de la guerre et de l'intérieur que les expériences dont nous venons de parler ont été faites à l'Observatoire.

Mais la guerre ne profitera pas seule de cet ingénieux instrument; l'inventeur le destine encore aux travaux des grandes triangulations. L'hydrographie empruntera plus d'une fois au télégraphe solaire des mires situées à de grandes distances l'une de l'autre. Les observations astronomiques simultanées y trouveront des ressources précieuses; mais c'est particulièrement pour la détermination des longitudes que l'on pourra tirer parti de ce curieux instrument.

On s'est demandé si avant M. Leseurre personne n'avait songé à construire quelque appareil de télégraphie conçu sur un principe analogue. On peut citer d'abord l'Allemand Bergstrasser, qui, dans ses travaux nombreux sur la télégraphie aérienne, a indiqué la possibilité d'employer les rayons

solaires réfléchis par un miroir[1]. Mais un appareil anciennement proposé et qui a une analogie beaucoup plus frappante avec celui de M. Leseurre, c'est celui qui fut proposé par Gauss sous le nom d'*héliotrope*, et qui a été perfectionné depuis dans sa construction par l'habile physicien allemand M. Steinheil. Cet appareil a pour fonction de projeter un rayon de lumière sur un objet éloigné; il est fondé sur une propriété géométrique bien connue de la glace sans tain à surfaces parallèles. Si l'on fait tomber obliquement un rayon de soleil sur une glace à surfaces bien dressées et exactement parallèles, le rayon transmis et le rayon réfléchi iront illuminer dans l'espace deux objets différents. Si alors on se place derrière la glace de manière à voir par réflexion l'objet éclairé par le rayon transmis, en vertu d'une sorte de réciprocité facile à démontrer, on verra en même temps par transmission l'objet éclairé par voie de réflexion. On peut donc utiliser cette remarque pour diriger le rayon réfléchi dans telle direction qu'on voudra.

On aurait pu, à la rigueur, faire de ce dernier appareil un télégraphe solaire; mais celui de M. Leseurre, dont nous venons de donner la description, est en réalité le seul qui ait encore été complétement adapté à sa destination, et qui ait été combiné et proposé comme devant servir aux communications télégraphiques entre des postes éloignés.

1. Voy. mon *Histoire des découvertes scientifiques modernes*, t. II, (4e édition).

5

Porte-amarre de sauvetage. — Les appareils de sauvetage pour la marine. — Travaux de Manby : le boulet-grappin. — Appareil de M. Delvigne. — La fusée porte-amarre de M. Tremblay. — Système de M. Bertinetti. — Comparaison de ces divers systèmes. — Emploi du fusil par M. Debouteville

L'idée de jeter une corde à un bâtiment échoué et en détresse près de la côte a depuis longtemps préoccupé les marins. Pour prévenir les désastreux effets des sinistres maritimes, pour porter secours à un navire échoué, il faut pouvoir le mettre promptement en communication avec la terre, à l'aide d'un va-et-vient continuel qui peut sauver les hommes et les choses.

La première idée de lancer une corde à un navire au moyen d'une fusée appartient à un Français, Ducarne de Blangy, né en 1728, à Hirson, département de l'Aisne, qui, en l'an VII (1799), mit ce moyen, expérimentalement, en pratique devant l'amiral Rosily[1]. Après lui, un officier anglais, nommé Trengrousse s'occupa du même problème.

1. Ducarne de Blangy a fait connaître sa découverte dans une brochure in-8 publiée en 1801 sous ce titre : *A la Marine française, ou Moyen propre à sauver les équipages d'une partie des vaisseaux qui viennent échouer et périr à la côte par les naufrages, ainsi que la meilleure partie des marchandises.* Nous n'avons pu réussir à retrouver cette brochure; mais nous avons lu dans le *Bulletin de la Société d'encouragement* (4e année, p. 135, 148 et 229) que Ducarne de Blangy, alors âgé de près de 80 ans, avait proposé successivement de lancer un *cordeau de sauvetage :* 1° avec une bombe; 2° avec une fusée volante, tirée de terre à bord; 3° avec cette même fusée volante, tirée de bord à terre. On voit, de plus, dans le même recueil (15e année, p. 135) que la *Société d'encouragement* répondit à une communication de Manby, au sujet de ses bombes porte-amarre, que ce moyen lui avait été déjà présenté, en 1805, par Ducarne de Blangy, qui, déjà, dans le mois de thermidor de l'an VII, avait expérimenté, avec le plus complet succès, devant les amiraux Rosily et de Mipieny, ses *fusées porte-amarre.* Le calibre de ces fusées variait de 32 à

Mais ce fut le capitaine Manby, de la marine anglaise, qui, en 1827, étudia avec le plus de suite les moyens pratiques à employer dans ce but. Le système proposé par Manby, et qui fut bientôt après adopté par la marine britannique, consistait à lancer la corde au moyen d'un mortier construit pour cette destination spéciale. On trouve ce système décrit avec détail dans une brochure qui fut publiée à Paris par l'auteur, en 1827, et dédiée au roi Charles X, sous ce titre : *Essai pratique et démonstratif sur les moyens de prévenir les naufrages et de sauver la vie aux marins naufragés, contenant de courtes instructions pour porter secours aux hommes en péril*[1]. En 1807, le capitaine Manby avait été témoin de la mort de 67 personnes qui périrent à 50 mètres seulement du rivage, après plusieurs heures de tentatives infructueuses, faites tant de terre que du vaisseau. S'étant convaincu, dans cette triste occasion, qu'aucun corps flottant attaché à une corde légère et lancé d'un vaisseau ne peut arriver à terre, parce que la vague, agissant sur la partie non tendue de la corde, retient sans cesse ce corps léger loin du rivage, le capitaine Manby prit la résolution de se consacrer à la création d'une méthode certaine pour le sauvetage des navires échoués.

millimètres, le diamètre des cordes entre 3 et 6 millimètres, et les portées entre 168 et 200 mètres.

Ainsi, l'idée première des *bombes* et des *fusées porte-amarre* appartient à un Français. Nous rappellerons à ce propos que l'on a prouvé tout récemment que les *fusées de guerre* n'ont pas été inventées, comme on l'a toujours dit, par le colonel anglais *Congrève*, mais sont dues réellement au colonel Prevost, Français au service de la Russie, qui a été enterré, en 1792, dans un cimetière près de Sébastopol.

Ces diverses particularités n'enlèvent rien au mérite et à la valeur des travaux de ceux qui ont suivi dans cette voie Ducarne de Blangy et Prevost; elles montrent seulement que l'étude de ces questions a été entreprise bien avant notre époque.

[1] Brochure de 40 pages, avec planches. Paris, 1827, imprimerie Pochard.

Un mortier disposé de manière à lancer au loin un boulet auquel était attachée une corde, tel est le système qui parut au capitaine Manby le meilleur à employer. Dans la brochure dont nous avons cité le titre, l'auteur expose, avec tous les détails nécessaires, la manière de disposer la corde destinée à être lancée par la bouche à feu. Dans le mortier, à chambre très-large, employé par le capitaine Manby, on plaçait un boulet de 24, auquel une corde de chanvre était attachée. Avec sa plate-forme, cet obusier ne pesait pas plus de trois quintaux, et pouvait être transporté d'un lieu à un autre par deux hommes, au moyen d'une civière.

Le boulet était à grappin, c'est-à-dire muni de crocs disposés autour d'une tige barbelée, afin qu'il pût s'accrocher et tenir solidement sur les parties du bâtiment où il viendrait à tomber. Pour empêcher la corde d'être brûlée par le feu de l'explosion, on la garnissait de fortes lanières de cuir, tressées solidement; il restait hors du mortier, quand il était chargé, deux pieds de cette tresse de cuir.

La partie délicate de l'opération, c'était la manière de disposer la corde pour qu'elle fût prête à être entraînée par le boulet. Le moindre obstacle rencontré au moment du déroulement de la corde entraînée par le boulet aurait inévitablement amené sa rupture. Pour rendre son déroulement facile, Manby faisait étaler la corde sur le rivage, en tours très-rapprochés, mais ne se *touchant jamais*, sous peine de la voir se rompre au moment du départ du boulet. Mais comme, dans un naufrage, on n'a pas toujours le temps de disposer ainsi régulièrement et avec méthode les replis de la corde, ou comme les accidents du rivage peuvent s'opposer à cet arrangement, Manby employait un panier, à l'intérieur duquel on disposait d'avance très-soigneusement la corde en tours réguliers. Ainsi disposée, on la maintenait dans sa position par la pression d'un couvercle fortement lié par-dessus.

Voici maintenant la manière dont le capitaine Manby

recommande d'opérer pour secourir, avec ces engins ainsi préparés, un bâtiment en détresse :

Quand la corde aura été jetée à bord par l'explosion du mortier, dit le capitaine Manby, si l'équipage n'est pas extrêmement épuisé, il l'amarrera tout aussitôt à quelque partie solide du vaisseau, et ensuite un bateau (si l'on a un bateau sous la main) peut être halé dehors par le moyen de cette corde, qui le maintiendra constamment debout au vent et à la lame, et lui permettra conséquemment de s'élever au-dessus des brisants sans être en danger de chavirer.

Si l'équipage, ainsi que cela arrive quelquefois, est tellement engourdi par le froid, ou exténué de fatigue, qu'il ne soit pas en état de démarrer la corde lorsqu'on la halera de erre, le boulet à grappin qui a été lancé par-dessus le vaiseau s'accrochera de lui-même à quelque partie du gréement u de la coque du vaisseau, et l'on pourra de même haler ehors un bateau au moyen de la corde, bien que l'équipage oit assez exténué pour qu'aucun des hommes qui le composent e puisse faire un mouvement pour essayer de sauver sa vie. uand les circonstances permettent de haler dehors un baau au moyen de la corde que le mortier a lancée par-dessus vaisseau, c'est une des meilleures méthodes à employer, us le rapport de la célérité et de la certitude, pour sauver s hommes sur un rivage plat et sablonneux.

Une autre manière d'amener l'équipage à terre, après 'on a établi une communication avec le vaisseau, est de se vir d'un hamac à l'anglaise, lacé par le haut pour empêcher ersonne qu'on y a placée de tomber dehors ou d'être enlepar les lames. On supplée au fond en toile par un fort filet, ravers duquel passe l'eau, qui, autrement, s'amasserait s le hamac pendant ses allées et venues du vaisseau à terre, rderait le mouvement en augmentant son poids, et peutnoierait les personnes qu'il contiendrait. Ce moyen de sport est particulièrement propre à amener à terre les nes et les enfants, ou les malades et les blessés. Lorsque te est garnie de roches, ou que la plage est très-rugueuse, nécessaire de garantir la personne qu'on amène à terre hocs que lui ferait éprouver la violence de la mer, en la nt contre les pierres de la grève ou le flanc de la falaise. teindra ce but d'une manière efficace, et l'on soustraira

en même temps la personne transportée au danger de se noyer, en employant un hamac rembourré de liége. On peut, pour quelques francs, préparer de la même manière des casaques ou des ceintures flottantes.

En employant au transport des hommes un hamac ordinaire, un cadre à l'anglaise, ou une élingre (c'est-à-dire une espèce de chaise en sangle ou en corde, comme celles dont on se sert pour suspendre les matelots lorsqu'ils grattent les mâts), il est à propos d'observer minutieusement les indications suivantes : Aussitôt que la communication aura été établie avec le vaisseau en détresse au moyen de la corde lancée avec le boulet par le mortier, il faudra avertir, par signal, l'équipage de haler à bord, à l'aide de cette corde, une corde plus grosse, ainsi qu'une poulie à queue, dans laquelle est passée une corde plus petite dont les deux bouts sont tenus à terre. Lorsque la poulie et la grosse corde auront été amarrées solidement à bord, cette dernière, dont on aura dû passer le bout dans les cosses qui servent à suspendre le cadre ou le hamac, ou dans l'ouverture de la poulie coupée, sera halée et fortement roidie par les gens réunis à terre, et qui se trouvent généralement en grand nombre dans ces occasions. Les deux doubles de la petite corde devront ensuite être amarrés ou à chaque bout du cadre ou hamac, ou à la queue de la poulie coupée, et le hamac ou la poulie coupée avec l'élingre glissant sur la grosse corde seront tirés du vaisseau à terre, et réciproquement, par les gens rassemblés sur le rivage, lesquels devront maintenir cette corde à un degré de tension convenable.

Lorsque le vaisseau est échoué à une grande distance de terre, et que, par conséquent, l'abaissement causé par le poids de la corde est très-considérable, il est à propos, pour éviter tous les inconvénients auxquels serait exposée la personne qu'on veut amener à terre, de faire porter la corde sur une ou plusieurs paires d'espèces de bigues ou de perches croisées en X, dont les branches inférieures, beaucoup plus grandes que les autres, doivent avoir environ douze pieds de longueur, et reposer sur de larges semelles pour les empêcher de foncer dans le sable.

Dans les cas de naufrage, où, faute de moyens, l'on ne peut mettre en pratique aucune des méthodes précédemment décrites, l'équipage, après avoir reçu la corde que le mortier a lancée, devra l'amarrer; et on lui indiquera par signal de haler à bord de cette corde autant qu'il en faut pour atteindre du

vaisseau à terre, de faire deux demi-cercles sur le double, et de les capeler par-dessus les épaules de la personne qu'on veut amener à terre, pour les lui serrer sous les bras, en ayant soin de fixer le nœud vers le creux de l'estomac.

La meilleure méthode pour sauver les hommes d'un vaisseau naufragé sous un promontoire escarpé ou une falaise inaccessible, est d'employer une échelle de corde, qui peut être lancée comme la corde simple à l'aide du mortier.

Le système proposé par le capitaine Manby fut adopté par le conseil de l'amirauté britannique, et employé dans la marine anglaise. La brochure que nous venons de citer se termine par un tableau récapitulatif des bâtiments qui ont été sauvés par l'emploi de ces moyens jusqu'à l'année 1825. Le nombre des bâtiments sauvés est de 54, et celui des personnes ainsi arrachées à la mort, de 410. Ce résultat est éloquent en faveur du système dû à l'intelligence et à l'humanité du capitaine Manby.

On comprend néanmoins la difficulté qui devait s'opposer, dans bien des cas, au succès de ce moyen. Par suite de la vitesse du projectile, il arrivait souvent que, la corde ne se déroulant pas assez vite et n'offrant pas une résistance suffisante, elle se rompait. C'est cette circonstance qui empêcha sans doute la marine française d'adopter cette méthode.

M. Delvigne, en France, a modifié avec avantage le procédé anglais, en imaginant de former un projectile du cordage lui-même, qu'il logeait dans une enveloppe de bois lancée par une bouche à feu. Ce nouveau système, soumis à diverses expériences, donna des résultats très-encourageants. M. Delvigne, plaçant sa corde *lovée*, c'est-à-dire roulée régulièrement, dans un projectile creux, put atteindre ainsi à une distance de 400 mètres. Mais cette distance a paru insuffisante pour le plus grand nombre des cas de naufrage.

M. Tremblay, officier de la marine française et capitaine

d'artillerie de marine, ayant été témoin d'un terrible désastre maritime, résolut, en homme intelligent et généreux, de consacrer ses soins à combler une lacune regrettable dans l'armement des navires. Il espéra arriver à ce résultat d'obliger chaque bâtiment à se munir d'un appareil de sauvetage, dernier espoir du naufragé, comme on les a déjà obligés de se munir de bouées de sauvetage de jour et de nuit, dernier espoir du matelot tombé à la mer.

Dès le 15 décembre 1849, M. Tremblay proposa divers appareils dont il a donné la description dans les numéros de l'*Illustration* du 27 août et du 31 décembre 1853.

La première idée de M. Tremblay fut d'enrouler le cordage sauveteur en bobine allongée qu'il plaça dans la baguette modifiée d'une fusée de guerre, en substituant un grappin à l'obus ou au chapiteau incendiaire que lancent ces fusées. Les conditions théoriques du tir de ces projectiles automoteurs limitant la grosseur de la baguette, et par suite celle du cordage sauveteur, il plia ce dernier en S, ou l'enroula en bobine dans une caisse dite *de sauvetage*, où se trouvaient réunis les éléments de cet appareil porte-amarre.

Voulant démontrer que la puissance de l'appareil était illimitée en quelque sorte, il fit développer le cordage par deux et trois fusées réunies pour former la tige de ce grappin automoteur de sauvetage.

Parmi ces divers appareils expérimentés à Toulon de 1850 à 1853, il en est un, — celui du lovage en bobine, — qui a été soumis, outre les expériences de Toulon, à divers essais : au Havre, à Boulogne, à Vincennes et au Champ de Mars, de 1854 à 1855; enfin, en 1855, devant le jury international de l'Exposition universelle, en présence de S. A. I. le prince Napoléon. A la suite de ces essais, une médaille de première classe a été décernée à l'appareil dont voici actuellement la description :

Désigné par M. Tremblay sous le nom de *caisse de sauvetage*, cet appareil sert à lancer une corde armée d'un grappin; il porte avec lui tout ce qui est nécessaire au tir : force motrice, grappin, corde, affût, accessoires.

La fusée a 95 millimètres de diamètre intérieur. L'obus, que ces projectiles automoteurs portent en tête dans la fusée ordinaire, est remplacé par des crochets en fer et un chapiteau en bois, de forme ogivale. Ce chapiteau est percé, suivant son axe, d'un trou central qui est destiné à recevoir les instructions écrites à envoyer, soit de bord à terre, soit de terre à bord.

Cette fusée est dirigée par une baguette, à laquelle est attachée une chaîne de fer qui reçoit la corde à transporter. L'extrémité de cette corde est recouverte en basane, sur une longueur de deux mètres, pour la garantir du feu. La fusée est ainsi convertie en un véritable grappin porte-amarre, dont toutes les parties peuvent supporter une force de 1000 kilogrammes.

La corde, logée dans la caisse, est enroulée en bobine autour d'un arbre en bois, lequel, retiré après l'opération, laisse un creux dans lequel se placent les verges des grappins.

La résistance d'une corde de 13 millimètres de diamètre a atteint, dans les expériences faites à Toulon, le chiffre de 1600 kilogrammes; on pourra donc facilement donner à cette corde une résistance normale de 1000 kilogrammes.

Le pointage en hauteur se fait à l'aide d'un double quart de cercle tracé sur un des côtés de la caisse. Sur ce même côté sont placées deux tringles pour le pointage en direction. Sur le couvercle est adapté un auget dont les côtés sont mobiles et à rabattement : c'est dans cet auget, comme affût, qu'est placée la fusée.

Dans le tir de bord à terre, le grappin, s'enfonçant profondément dans les vases ou s'accrochant aux anfractuosités du sol, est destiné à fixer la corde sur une côte, qui

est un but immanquable. La puissance de l'appareil est augmentée en raison de l'intensité du vent contre lequel l'équipage a vainement lutté.

Dans le tir de terre à bord, le grappin sert à fixer la corde au navire sur lequel elle est tombée, et l'appareil est lancé contre le vent.

M. Tremblay aurait voulu faire usage d'une corde de soie dont la force est bien supérieure à celle du chanvre; mais l'expérience lui montra que le prix de l'appareil en serait trop augmenté. Il fit faire, dans une filature de soie, des expériences dont le résultat fut qu'une corde de 7 millimètres de diamètre, contenant 4666 fils de soie grége, aurait une résistance de 1000 kilogrammes. D'après cela, 500 mètres de cette corde, pesant 12 kilogrammes 960, coûteraient 648 fr. Ce prix élevé lui fit abandonner la corde en soie. L'appareil complet ne coûte que 100 fr., fabriqué dans les ateliers de l'État.

Dans le système Delvigne on ne pouvait guère dépasser la distance de 400 mètres. Avec l'appareil de M. Tremblay on peut porter la corde de sauvetage jusqu'à une distance de 700 et même de 800 mètres. Ces distances varient, d'ailleurs, selon beaucoup de circonstances, selon le poids de la corde, la force de la fusée, la direction du vent, etc. [1].

L'appareil ingénieux de M. Tremblay, placé à bord de chaque navire, ne servira pas seulement à établir une communication avec la côte, il pourra encore être employé dans les cas suivants :

1° Sauver un matelot tombé à la mer, et que le mauvais

1. Dans une note manuscrite très-détaillée qu'il a bien voulu nous adresser, M. le capitaine Tremblay résume, par le tableau suivant, le résultat des nombreuses expériences qui ont été faites par lui à différentes époques, à Vincennes, au Havre, etc., relativement à la portée de sa fusée porte-amarre :

« La fusée-grappin de 9 centimètres (de la marine), dans de bonnes conditions, c'est-à-dire les cordes étant souples et sèches, et en-

temps oblige quelquefois à abandonner : nécessité triste et sauvage, qui doit disparaître désormais. Une disposition très-simple des bouées de sauvetage permettrait d'utiliser dans ce but le grappin porte-amarre.

2° Communiquer, sans danger, avec un bâtiment que l'état de la mer empêcherait d'approcher. On ne serait plus exposé à voir un navire ne pas porter secours à un autre bâtiment en détresse, parce qu'il y aurait péril à le faire.

3° Lancer une remorque à un bâtiment, opération qui n'est pas toujours facile.

4° Signalons une dernière application, bien remarquable, que l'on pourrait faire des *fusées porte-amarre* de M. Tremblay, et qui ne saurait offrir, selon nous, de difficulté sérieuse. Il arrive souvent que deux bâtiments qui ont besoin de communiquer entre eux ne peuvent le faire, malgré des nécessités souvent pressantes, en raison de l'état d'agitation de la mer, de l'obscurité, ou de toute autre cause, qui ne permettent pas de risquer l'envoi d'un canot de l'un à l'autre navire. Dans ce cas, la

roulées sur un arbre de dimensions convenables, donnera les portées suivantes :

	Avec une corde de		Portée.	
Vent arrière.	0m,015 de diamètre,		300 mètres	Résultat d'expériences.
	0 ,013	—	400 —	
	0 ,009	—	450 —	
	0 ,007	—	550 —	
Vent debout.	0 ,013	—	310 —	
	0 ,009	—	400 —	
Vent oblique.	Les portées sont une moyenne entre celles obtenues vent arrière et vent debout.			

Les fusées-grappins de 9 centimètres (de la guerre) donneront :

	Avec une corde de		Portée.	
Vent arrière.	0m,015 de diamètre,		380 mètres.	Résultat d'expériences.
Vent debout.	0 ,013	—	350 —	Induction.

Les fusées-grappins de 12 centimètres :

	Avec une corde de		Portée.	
Vent arrière.	0m,015 de diamètre,		800 mètres	Induction. »
Vent debout.	0 ,013	—	700	

fusée porte-amarre pourrait lancer un fil de cuivre enveloppé de gutta-percha, destiné à servir de conducteur pour un télégraphe électrique. Les communications pourraient alors s'établir sans danger entre les deux navires, en les supposant munis chacun d'un petit télégraphe électrique du modèle de ceux qui sont employés pour le service des armées en campagne. Nous ne mettons pas en doute, pour notre compte, que l'on ne voie, dans un temps plus ou moins prochain, l'armement de tous les bâtiments s'augmenter de l'adjonction d'un télégraphe électrique, pour les cas de communication dans les rencontres en mer. Le télégraphe électrique, qui a rendu tant de services sur le continent, ajouterait ainsi un nouveau et bien intéressant témoignage de son utilité, en s'appliquant au service de la mer.

Arrivons à un nouveau système qui a été proposé par M. Bertinetti, et que l'on a expérimenté à Cherbourg, en 1856, avec un succès incontestable.

M. Bertinetti ne se sert pas uniquement, comme M. Tremblay, de la fusée à la Congrève pour lancer le cordage sauveteur : il combine l'emploi de la fusée avec celui d'une bouche à feu. M. Bertinetti a rendu tout à fait pratique le moyen primitivement employé par M. Manby, en divisant l'opération en deux temps distincts.

La corde qu'il s'agit de lancer est en soie, afin de la rendre aussi forte que possible sous un poids et un volume donnés. Elle se compose de trois petits torons, formés chacun d'un certain nombre de cordonnets.

Une moitié de cette corde est contenue dans le projectile; l'autre moitié est enroulée à terre, à côté de la pièce qui doit lancer le projectile.

Toutes les précautions sont prises pour que la corde puisse aisément se dérouler.

Les choses étant ainsi disposées, on attache le milieu de

la corde à la baguette directrice d'une forte fusée à laquelle on met le feu. Cette fusée emmène avec elle la corde, et lorsqu'elle est arrivée au point culminant de la trajectoire qu'elle décrit, on met le feu à la pièce d'artillerie, qui chasse le projectile.

Il résulte de cette manière d'opérer que la corde, flottant dans l'air sur une grande longueur, ne reçoit pas ce choc brusque qui la romprait si elle devait instantanément passer du repos à une excessive vitesse. De plus, lorsque le projectile, par son mouvement progressif, tend de nouveau la corde, après l'avoir dédoublée, sa vitesse se trouve déjà considérablement ralentie.

Le projectile employé par M. Bertinetti a la propriété le surnager, de manière à maintenir la corde à la surace de l'eau; il est en outre imperméable et incombusble. Sa solidité lui permet de recevoir, sans se romre, le choc d'une charge de poudre capable de le lancer une distance de 500 ou 700 mètres, suivant que l'on nploie à cet usage des calibres de 16 ou de 27 centiètres.

M. Bertinetti, l'inventeur de ce nouveau système, est un éniste renommé de la ville de Turin. Ayant imaginé des positions particulières pour donner à un cylindre de s une résistance très-considérable, il eut l'idée de mettre rofit cette petite découverte en l'appliquant à construire projectile en bois capable de résister à l'impulsion de oudre dans une pièce d'artillerie chargée avec ce pro-le. C'est en étudiant avec attention l'emploi de ce en qu'il parvint progressivement au résultat que nous ns d'énoncer plus haut.

. Bertinetti a bien voulu nous adresser, de Turin, une de mémoire historique et descriptif sur son inven- Nous allons en extraire divers passages qui ne mant pas d'intérêt.

st en lisant, dans le journal officiel de Turin, le récit

des expériences faites en 1853 par M. Delvigne, à Vincennes, que M. Bertinetti conçut l'idée d'appliquer aux appareils de sauvetage le projectile résistant qu'il avait imaginé.

La feuille officielle de Turin annonçait que M. Delvigne avait expérimenté à Vincennes son appareil destiné à porter secours aux naufragés en lançant une corde au moyen d'une bouche à feu qui la portait à une distance de 160 mètres. Ce journal ajoutait que la plus grande difficulté s'opposant à la solution complète du problème consistait dans la construction d'un projectile susceptible de résister à l'impulsion de la poudre, et qui contînt une corde qui se déroulât facilement pendant le trajet, de manière à suivre toujours, et sans se casser, le corps auquel elle serait attachée. Le journal terminait en disant que celui qui parviendrait à résoudre ce problème rendrait à la société un service éminent, sauverait un grand nombre d'existences, et acquerrait ainsi un titre incontestable à la reconnaissance générale des nations.

Cette espèce de programme, dit M. Bertinetti, présenté par le premier journal de mon pays, me préoccupa vivement. Mes méditations me donnèrent bientôt la certitude d'atteindre le but proposé. Le 17 juin 1853, j'écrivais à M. Delvigne une lettre dans laquelle, après l'avoir informé que j'étais l'inventeur d'une méthode qui permettait de donner aux objets en bois une solidité à toute épreuve, je lui faisais part de mon espoir de pouvoir m'en servir pour la construction du cylindre qui lui manquait pour conduire à perfection son système de sauvetage, le priant seulement de m'en envoyer le dessin à mes frais pour pouvoir m'y conformer.

Cette lettre n'ayant pas reçu de réponse, et l'idée de parvenir à une solution satisfaisante du problème s'étant de plus en plus raffermie dans mon esprit, je m'adressai directement à monseigneur le duc de Gênes, dont je connaissais par expérience la noblesse de sentiments et l'exquise bonté [1], et, après lui avoir nettement exposé ma pensée, je le priai de me faire savoir si l'empressement que je mettais à poursuivre cette

1. Feu le duc de Gênes était le frère du roi actuel du Piémont.

rude tâche aurait le bonheur de mériter sa bienveillante attention et celle du gouvernement.

Le duc de Gênes me donna les marques les plus flatteuses de l'intérêt qu'il prenait à la bonne issue de mes recherches; il m'encouragea à les continuer, et ayant soigneusement examiné un tube ou cylindre que j'avais construit d'après ma méthode, et sur les renseignements indirects que je m'étais procurés du système Delvigne, il nomma sans retard une commission composée d'officiers d'élite pour en faire l'essai et en porter jugement.

En effet, cet essai eut lieu à Paris, au Champ de Mars, dans le mois d'avril 1854, en présence de S. A. R. le duc de Gênes, entouré de plusieurs généraux et officiers d'artillerie. Mais en employant 200 grammes de poudre renfermée et enflammée dans un canon, le cylindre fut réduit en morceaux; la baguette qu'il contenait intérieurement se raccourcit d'un mètre à 20 centimètres; la corde dont elle était enveloppée s'en trouva à son tour incendiée; une portion de cette même corde qui était en cuivre fut brisée, et toutes les autres parties du cylindre, cédant à la secousse violente de la poudre, se décomposèrent et volèrent en éclats.

Cette première expérience, comme on le voit, n'était qu'une tentative que je faisais pour deviner le système Delvigne, sur les détails duquel je ne possédais que des notions très-imparfaites. Mon courage et mes espérances n'en furent donc pas détruits, et le duc de Gênes ayant eu l'extrême bonté de m'encourager à persévérer dans mes études, je revins à Tu-in avec la résolution bien ferme de composer un système tout fait nouveau et qui pût résoudre complétement cette grande uestion.

Ce fut par une longue succession de nouvelles expériences ; de nouveaux efforts que je parvins enfin à la composition e mon projectile actuel qui satisfait à toutes les conditions 1 problème.

Quant à la nature de la bouche à feu destinée à le lancer, commençai par me servir d'un mortier; mais M. l'amiral lletta, commandant en chef de notre marine royale, m'ayant t remarquer que la secousse que ces pièces impriment au oment de l'explosion est souvent fatale aux navires marands, je suivis son conseil, et depuis lors je me sers de 1ons du diamètre de 27 ou de 16 centimètres, selon les dinsions du projectile qu'on veut lancer.

Venu en France en 1855, pour y faire connaître ses procédés, M. Bertinetti a été favorablement accueilli. Une commission nommée par le ministère de la marine fut chargée de soumettre son appareil à des expériences attentives. Cette commission était composée de MM. Dutaillis, capitaine de frégate, président; de Tanouam, capitaine de frégate; Joyeux, sous-ingénieur, et Jochum, capitaine du 3e d'artillerie de la marine.

Le rapport de cette commission officielle, adressé au ministre le 15 décembre 1855, a été très-favorable à l'invention de M. Bertinetti.

Quelle est la valeur comparée des deux derniers systèmes que nous venons d'exposer, et quels sont les avantages que présente chacun d'eux? Pour nous renseigner sur ce point, nous écouterons successivement les deux inventeurs faisant ressortir les avantages de leur invention respective; nous verrons ensuite s'il est possible de tirer de cette comparaison une conclusion positive.

Dans le mémoire manuscrit qui nous a été adressé de Turin par M. Bertinetti, et dont nous avons cité plus haut un passage, l'inventeur piémontais fait ressortir avec soin tous les avantages qui lui semblent devoir mériter la supériorité à sa méthode. Il commence par se défendre d'avoir rien emprunté à l'appareil de M. le capitaine Tremblay, dont il n'a eu connaissance que postérieurement à ses propres expériences.

Mon système était complété, dit M. Bertinetti, et publié le 7 mai 1855; et la nouvelle du système de M. Tremblay ne me parvint que dans le mois de juillet suivant, quand les journaux annoncèrent l'essai qu'il en fit à Vincennes en présence de l'Empereur, en ajoutant que la corde avait cassé, mais que le projectile était capable de la conduire à 2000 mètres de distance.

Ce dernier chiffre me parut tellement extraordinaire et supé-

eur aux calculs les plus avancés, que je me décidai à l'in-
ant à me rendre à Paris pour m'assurer en personne de son
:actitude, s'il n'y avait pas erreur ou exagération. Et l'er-
ur y était réellement, vu que le projectile de M. Tremblay
accompagnait la corde qu'à 200 mètres, au lieu de 2000,
mme le fait le prouva, lorsqu'il en fit l'essai pendant l'Expo-
;ion universelle.

Ce modeste résultat, parfaitement concordant avec mes
périences progressives, me convainquit de plus en plus que,
ıel que soit le moyen employé pour traîner et faire avancer
ıe corde en l'air, la traction et le poids seul de la corde suf-
ent pour la faire casser à la distance de 200 mètres, ou 250
elle est en soie; d'où il résulte que mon système a, dans
base, une supériorité incontestable sur tout autre qu'on
inventé jusqu'à ce jour: car, au lieu de tomber dans ce
;e capital du système de MM. Tremblay et Delvigne, il s'ap-
ie sur un projectile qui emporte avec soi la corde, en la
ʀeloppant au fur et à mesure qu'il s'éloigne du point de dé-
:t et qu'il approche du point d'arrivage, d'où il résulte
;essairement qu'il présente les avantages suivants, savoir:

ı° Au moment de l'explosion, mon projectile est complète-
nt rempli et chargé, et en conséquence plus lourd, ce qui
'ait aller plus loin.

2° Au fur et à mesure que mon projectile avance dans l'es-
;e, il devient plus léger et capable de surnager sur l'eau en
ıbant à la mer.

.a difficulté suprême de la méthode à laquelle toutes ces
ssantes raisons m'avaient depuis longtemps attaché, con-
;ait à trouver le moyen d'obtenir le déroulement progressif
la corde, sans rien perdre de la vitesse imprimée au pro-
ile, et sans l'exposer à la certitude de casser[1], quoique le
oulement entier de 800 mètres de corde dût s'opérer en 10
ɔndes.... Le résultat était très-certainement un des plus
ıeux qui pussent se présenter aux efforts d'un mécanicien;
s je fus assez heureux pour y arriver, et mon projectile est
our le prouver à quiconque ne pourrait pas s'en persuader.
e prodigieux déroulement de 800 mètres de corde en 10
ındes, sans effort et sans la moindre secousse, s'opère sur
ıommité du projectile en vertu d'une disposition spéciale
née à la corde, qui est placée par couches superposées et
nues par des liens qui leur permettent de se dérouler l'une
:s l'autre avec une facilité et une vitesse extrêmes. Et je ne

crains pas de me tromper en affirmant qu'il serait peut-être impossible d'obtenir par d'autres moyens un résultat si extraordinaire et presque incroyable.

Une autre considération qui donne à mon système une supériorité incontestable sur la méthode de M. Tremblay et de M. Delvigne, c'est que la fusée à grappins du premier, si elle n'arrive pas sur le navire et tombe à la mer, va au fond avec sa corde, sans être du plus mince secours aux naufragés qui l'attendent, et que le projectile du second, étant en fer, menace le navire de voir son pont enfoncé, ou bien, comme la fusée de M. Tremblay, se précipiter au fond et y entraîner la corde, toutes les fois qu'il vient à tomber sur la surface des eaux.

Aucun de ces graves inconvénients ne peut, au contraire, être consciencieusement reproché au projectile qui est la base de ma méthode. Car au moment de son arrivée au but, sa légèreté est telle, qu'il surnage avec facilité sur les flots et y fait surnager avec lui la corde qu'il accompagne, de façon que les personnes qui sont en danger peuvent aisément le pêcher et s'en saisir quand même la justesse du tir ne le ferait pas tomber directement sur le navire. D'ailleurs les pièces que je propose pour le lancement de mon projectile sont très-peu coûteuses et servent autant à la défense des navires marchands qu'à l'usage spécial pour lequel j'en recommande l'acquisition; ce qui fait que cette dépense tourne à un profit réel du navire, et ne peut guère former un empêchement sérieux à l'adoption de mon système, une fois que son utilité dans le cas d'un malheur maritime est reconnue.

Les avantages que présente l'appareil de M. Bertinetti sont fort bien déduits par l'inventeur dans les pages que nous venons de rapporter. On voit que l'utilité essentielle de la méthode de l'artiste piémontais consiste dans la distance de 600 à 700 mètres à laquelle le projectile peut être facilement lancé

Mais l'appareil de M. Bertinetti a un inconvénient grave pour la plupart des cas de naufrage, c'est qu'il nécessite l'emploi d'une bouche à feu, et qu'il exige le concours actif, la participation de personnes placées sur le rivage; c'est, en un mot, qu'il ne se suffit pas à lui-même. Au

ntraire, l'appareil de M. Tremblay, fixant la corde d'elle-ème au rivage au moyen d'un grappin, peut se passer toute participation étrangère.

C'est ce que M. le capitaine Tremblay fait ressortir dans e lettre qu'il nous a fait l'honneur de nous adresser.

..... En 1841, dit M. le capitaine Tremblay, j'assistais au ufrage qui me détermina à étudier la solution du problème ivant :

Établir instantanément un va-et-vient entre un navire ufragé et la côte, par les seules ressources du bord, sans ployer les embarcations et sans l'assistance des habitants de côte.

Ce problème ne peut être résolu ni par l'appareil Manby, où n'emploie qu'une corde de 7 millimètres de diamètre, ni par pareil Delvigne, où la corde n'a que 3 à 4 millimètres de mètre, ni enfin par l'appareil Bertinetti, qui ne peut fixer corde au rivage. Il est à remarquer que deux naufrages sur is ont lieu sur une côte inhabitée, et que le troisième nau-ge, sur une côte habitée, s'est souvent produit de nuit et n des endroits où ces appareils peuvent être placés. Il faut ic que la corde soit armée d'un grappin qui la fixe au rivage; aut, de plus, que cette corde soit suffisamment résistante ır pouvoir supporter le poids d'un homme, en admettant elle soit suspendue, d'un bout, à la hune du navire et atta-le, à l'autre bout, au rivage.

Admettons un navire naufragé près d'une côte, et des récifs pêchant une embarcation d'atteindre la côte; ayant lancé la ée-grappin, on roidira l'amarre qui sera passée dans une ılie fixée à la hune de misaine du navire. Un hamac sus-ıdu de manière à courir sur le va-et-vient portera les ma-s à terre. Après le premier homme mis à terre, on aura le e à bord et le hale à terre. A quoi pourraient servir, dans cas, les ingénieux systèmes de M. Bertinetti et de M. Del-ne, en admettant que l'inclinaison du pont ait permis le tir ne bouche à feu? à rien évidemment. De plus, s'il s'agit d'un rire marchand, l'armateur aura dépensé, uniquement en vision d'un naufrage, une somme assez importante pour quisition d'une bouche à feu, de poudre, de bobines de corde de soie. Tous ces éléments seront épars au moment de s'en vir. Il faudra aller les chercher, charger la pièce, disposer projectiles ou les bobines, pointer sous un angle souvent

inférieur à celui de plus grande portée, ou supérieur, à cause de l'inclinaison du pont.

Tous ces inconvénients sont graves ; je les ai fait disparaître dans mon appareil.

Avec cet appareil, les éléments du porte-amarre sont réunis, le pointage se fait quelle que soit l'inclinaison du navire, la fusée se tirant sous tous les angles, depuis 0° jusqu'à 90°, et n'exerçant aucune réaction sur l'affût qui sert à la lancer ; la fusée-grappin se place dans un auget adapté sur le couvercle, les trous d'écoulement des gaz sont débouchés, et on met le feu. La valeur de l'appareil n'est que de 100 francs.

Je ne pense pas que M. Manby, qui connaissait ces difficultés, ait songé à placer son appareil à bord, et cependant c'est là qu'il doit être placé :

1° Parce que l'on ne peut pas songer à garnir d'appareils de sauvetage tous les points dangereux du globe ;

2° Parce que souvent le secours qui est attendu de terre arrive trop tard, témoin *le Sawathan*, naufrage dans lequel 300 émigrants ont péri à 75 mètres de la côte, pendant que l'on allait à deux lieues, dans l'intérieur des terres, chercher des appareils de sauvetage. Quand ces appareils sont arrivés, il ne restait plus de trace du *Sawathan* ni de ses habitants.

M. Tremblay discute ensuite la question générale des conditions que doit remplir un appareil porte-amarre. Il montre que l'emploi d'une fusée à la Congrève, c'est-à-dire le système dont il est inventeur, satisfait complétement aux conditions générales que doit remplir tout appareil de ce genre.

A quelles conditions doit satisfaire, dit M. Tremblay, un appareil porte-amarre ?

Une étude attentive des faits qui se produisent dans les naufrages, le sinistre dont j'avais été témoin, le simple bon sens encore, tout me prouva qu'il fallait qu'un appareil porte-amarre dût satisfaire à cette condition première : Établir une communication entre deux points, sans aucune assistance venant du second point.

Utilisera-t-on la force du vent, soit avec un cerf-volant, soit avec un ballon, pour porter une amarre à terre ? — Non, parce que le vent ne portera pas toujours en côte. — Emploiera-t-on les bouches à feu isolément pour lancer un projectile en-

aînant une corde? — Non encore, parce que tout appareil à uche à feu est naturellement placé dans un cercle vicieux. on veut avoir une forte portée, il faudra employer une forte arge de poudre; mais si l'on emploie une forte charge de udre, il faudra employer une corde très-résistante; et alors n'aura pas de portée.

Il faut donc trouver un moteur puissant dont la force se proise au fur et à mesure qu'elle est nécessaire pour développer, ns le rompre, le cordage que l'on voudra employer, afin de transporter aussi loin qu'on voudra.

Ces propriétés sont inhérentes aux fusées, à la condition de pas en exagérer la puissance en donnant trop de vivacité à composition qui sert à les lancer.

Puisqu'il faut que la corde de sauvetage soit armée d'un appin, et que cette corde soit développée par une fusée, l'appreil le plus simple à produire est un grappin dont la tige ra formée par une ou plusieurs fusées réunies en faisceau, manière à donner, avec un cordage d'une résistance déternée, une portée indiquée.

Est-il nécessaire d'ajouter à la puissance d'un semblable pareil automoteur celle des gaz de la poudre en le lançant ec une bouche à feu? Non, car ce serait d'un appareil trèsaple faire un appareil compliqué. De plus, ce serait obliger navires marchands à se munir d'une bouche à feu, et éparler les éléments d'un porte-amarre, qui doivent toujours e réunis.

L'appareil de M. Bertinetti, ingénieux sans nul doute, est ne extrême complication.

Dans le mien, la bouche à feu sert à lancer la fusée; pas d af-. Dans celui de M. Bertinetti, il faut un affût pour la fusée, canon et un affût pour le projectile, charger une bouche eu, la pointer, ce que l'inclinaison du navire rendra difficile.

La nécessité de placer l'appareil de sauvetage aux mains l'équipage, et non sur la côte, est évidente. En raison cette circonstance la *fusée porte-amarre*, comme le fait marquer M. Tremblay, semble devoir l'emporter sur s les autres moyens qui ont été proposés jusqu'ici. Il regrettable, sans doute, que la distance à laquelle le ojectile sauveteur est lancé par cette appareil ne dépasse , en moyenne, 500 mètres; mais il ne faut pas oublier

non plus que cette distance est suffisante dans la plupart des cas de naufrage. En effet, il est bien rare que les bâtiments échouent à un plus grand éloignement de la côte. *Le Henri IV*, vaisseau de quatre-vingt-dix, fit naufrage à 80 mètres seulement de la côte. Le bâtiment à vapeur *le Papin*, en 1845, fit naufrage à 400 mètres des côtes d'Afrique. « Telles sont en *maximum* et en *minimum*, nous dit M. Tremblay dans sa lettre, les distances que j'ai observées pour les échouages des navires dans la marine militaire de 1832 à 1856, période comprise entre mon entrée à l'École navale et le moment où je vous écris. »

Ainsi, avec l'appareil de M. Bertinetti, portée considérable, mais aucun moyen de fixer la corde lancée par la bouche à feu; avec celui de M. Tremblay, portée médiocre, mais certitude d'assujettir solidement la corde de sauvetage.

M. Tremblay termine sa lettre en déclarant qu'il est disposé à faire des essais comparatifs entre son système et celui de M. Bertinetti, ajoutant que le jour où l'on aura trouvé un appareil plus simple et plus puissant que le sien, « l'heure du repos aura sonné pour lui. » Voilà d'excellents, de généreux sentiments, et qui vont bien à l'esprit de dévouement et de charité qui a inspiré les intéressantes tentatives que nous venons de faire connaître.

Nous n'abandonnerons pas le sujet qui vient de nous occuper, sans signaler une tentative plus modeste faite dans la même direction, mais qui peut avoir aussi son degré d'utilité. Nous voulons parler de la possibilité de faire usage, tout simplement, du fusil, pour lancer une corde de sauvetage. La distance à laquelle peut parvenir ainsi le projectile est faible, sans doute, mais il est utile de savoir que le fusil peut être, au moyen de certaines dispositions, approprié à un tel objet. Par sa simplicité et son bon marché, ce moyen pourra, dans certains cas, rendre quelques

vices, entre les mains des navigateurs ou des personnes habitent les bords de la mer.

.a possibilité d'employer le fusil à lancer une amarre, :é établie par M. Debouteville, du Havre, dans une note igée par M. Dufour, de la même ville, et qui a paru le août 1856, dans le journal *la Science pour tous*. M. Dur décrit comme il suit le système de M. Debouteville :

uand l'idée est venue, dit l'auteur, de lancer une amarre à le de la poudre, on a été tout d'abord conduit à se servir 'usil, arme que l'on trouve partout, et dont le maniement à la portée de tous ; mais on a été arrêté par cette difficé : la balle, étant derrière la corde dans le canon, en chas- ; celle-ci la couperait ; c'est ce qui explique pourquoi les ımes qui ont travaillé cette question ont fait usage, ou de tiers dans lesquels l'amarre ne se trouve que peu ou point agée, ce qui diminue les chances de rupture, ou de fusées ,rès-fort calibre, ou enfin des deux systèmes réunis. Il y a ne grande faute : au lieu d'appareils qui doivent être esiellement simples et portatifs, ils en ont fait de très-comués dont le maniement est toujours difficultueux, et très- ʒent complétement impossible.

rappé de ces désavantages, M. Debouteville s'est appliqué .incre la difficulté qui faisait rejeter le fusil comme arme auvetage, et il y a complétement réussi.

oici le résultat des expériences publiques faites par lui, ıis deux ans, en présence des hommes compétents de notre lité, qui ont pu reconnaître l'excellence de son procédé, et ɔnt adressé, à cette occasion, leurs félicitations méritées :

	Poudre.	Plomb.	Portée.	Diamètre de la corde.
ɔlet de munition.....	2 gr.,50	100 gr.	80 mètres	5 millim.
l de munition......	3 ,50	140 —	145 —	5 —
calibre 14..........	3 ,75	150 —	160 —	6 —
calibre 6...........	7 »	250 —	200 —	10 —
calibre 4..........	8 ,25	300 —	225 —	11 —

ə chargement de l'arme s'opère ainsi : la capsule, la pou- .une forte bourre en feutre non cannelé ; puis la balle, ıt la forme d'un cylindre dont l'extrémité supérieure se ıine par un annelet dans lequel est passée et nouée la corde doit porter à cette extrémité un diamètre cinq à six fois

plus considérable, et se terminer en queue de rat pour arriver, à environ deux mètres, à la grosseur normale de toute la pelote. Ainsi attachée, elle doit être descendue dans le canon jusqu'à la bourre, en la maintenant bien roide; c'est alors que l'on a soin de la garnir de coton brut tout autour à une hauteur de trois ou quatre centimètres, de telle façon que cette partie de la charge représente assez bien une chandelle de coton dont la corde serait la mèche. Au moment de l'explosion, le coton sert de bourrelet à la corde, la préserve, la chasse avant la balle, et amortit si complétement la secousse, qu'avec ces précautions on peut tirer la plus mince ficelle sans craindre de rupture.

La corde est en coton (ce qui lui donne l'avantage de flotter sur l'eau dans toute sa longueur, et permet de la saisir lors même qu'elle a manqué le but sur lequel on a voulu la diriger), et pelotée sur un mandrin de bois de forme conique, commençant par le bout destiné à partir, et croisant les tours les uns sur les autres, en ayant soin de laisser un petit intervalle entre chacun d'eux; au moment de tirer, on ôte le mandrin, puis on pose la pelote à ses pieds, et elle se dévide par le centre, tirée par la balle, sans mouvement indiquant aucune secousse.

L'appareil Deboutevillе se fait remarquer par sa grande simplicité, par son grand bon marché, à la portée des plus petits navires, et a l'avantage d'être d'un transbordement facile sur les plus petites embarcations ; il peut, en outre, être employé dans une foule de circonstances où les autres appareils deviennent impuissants. Il serait aussi d'une grande utilité sur les côtes, dans les conditions de tir de terre à bord, et chaque poste de douanier pourrait être pourvu d'une pelote et d'une balle, que la carabine dont il est armé habituellement serait très-propre à lancer; ce serait là une mesure de sécurité peu dispendieuse, et dont la marine retirerait certes d'excellents résultats.

Nous avons mis sous les yeux du lecteur les considérations présentées par les différents inventeurs d'appareils de sauvetage, pour établir les avantages et la supériorité relative de leurs appareils. Dans l'état d'indécision forcée où flotte encore cette question, et dans l'impossibilité où l'on se trouve de pouvoir exprimer sur ce point un jugement certain, c'est là le seul parti que prescrivait d'adopter l'impartialité de la critique.

XII

HYGIÈNE PUBLIQUE.

I

chauffage et de la ventilation des hôpitaux. — Importance de la uestion. — Volume d'air nécessaire à la respiration de chaque ıdividu. — Histoire des essais de ventilation ; les magnaneries, les ssemblées délibérantes, les théâtres, les prisons, les hôpitaux. — tude, par M. Grassi, des deux systèmes de ventilation employés ans les hôpitaux de Paris. — Système de chauffage par circulation 'eau chaude et de ventilation par appel, et système à ventilateur ıécanique. — Appareils de M. Léon Duvoir, et de MM. Thomas t Laurens. — Système Van Hecke. — Conclusion.

La respiration d'un air pur est aussi nécessaire à l'entien de la vie que l'alimentation même. Les maladies plus graves que la médecine ait à combattre provienıt de l'inspiration d'une atmosphère viciée. Les profesns sédentaires, s'exerçant dans des locaux étroits, ne capacité insuffisante, ou qui demeurent trop longıps fermés, sont une cause fréquente de phthisie pulnaire. La fièvre typhoïde éclate souvent, sous forme démique, dans les casernes, dans les hôpitaux, par te de la viciation de l'air résultant de l'insuffisance du al. Les mêmes causes qui produisent ces tristes effets ır les agglomérations de personnes dans une salle de ıensions insuffisantes, produisent aussi le même rétat pour un seul individu dans son habitation privée. ns le premier cas, c'est une épidémie qui survient ; dans second cas, c'est une affection de famille qui se déclare.

Un seul homme, une famille, enfermés dans une pièce de dimensions exiguës, où l'air ne se renouvelle pas d'une manière suffisante, sont exposés aux mêmes dangers qu'un grand nombre de personnes qui séjournent dans une grande pièce mal aérée.

La question de la ventilation dans les habitations privées et dans les hôpitaux, est donc une de celles qui doivent le plus préoccuper les hygiénistes et les amis de l'humanité. Il ne suffit pas d'ouvrir aux souffrances du pauvre un asile où lui sont prodigués les secours les plus assidus et les soins éclairés des maîtres de la science médicale. Il faut encore, de toute nécessité, pourvoir, dans nos hospices, au renouvellement constant et parfait de l'atmosphère des salles, où tant de causes de viciation et d'altération prennent continuellement naissance.

Cette question, dont on s'embarrassait à peine il y a quelques années, est devenue, dans ces derniers temps, l'objet des préoccupations des hygiénistes. L'administration des hospices de Paris a fait installer, dans quelques-uns de ses établissements, des appareils devant servir tout à la fois au chauffage et à la ventilation des salles. La comparaison de ces divers systèmes, leur utilité relative, les résultats qu'ils fournissent dans la pratique, tel est le sujet d'un travail qui vient d'être exécuté avec beaucoup de soin par M. Grassi, pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu[1]. Nous allons donner, à l'occasion de ce travail, un exposé de l'ensemble et des détails principaux de l'importante question de la ventilation dans les lieux publics. Aucun sujet n'est plus digne de l'intérêt, de la sympathie de nos lecteurs, puisqu'il touche à l'amélioration des conditions hygiéniques de toutes les classes, et qu'il doit avoir pour premier effet l'allégement des maux et des souffrances du pauvre.

1. *Étude comparative des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Lariboisière*, par M. Grassi, docteur en médecine, pharmacien en chef de l'Hôtel-Dieu. In-8° de 80 pages.

Nous commencerons par donner un exposé général de la ɩestion. Nous passerons ensuite à l'application pratique ɪi a été faite de ces principes.

Lorsqu'un certain nombre de personnes sont réunies ns un espace clos, par exemple dans une salle fermée r nos moyens ordinaires de clôture, elles éprouvent, au ut d'un temps plus ou moins long, un malaise particur que l'on ne fait cesser qu'en renouvelant l'air qui les vironne. Ce fait, constant et connu de tout le monde, se ɔduit au bout d'un temps variable, selon la capacité du al que l'on considère, selon sa clôture plus ou moins nplète et le nombre des personnes qu'il contient.

Ce phénomène est dû à la viciation de l'air. Le renoulement de l'air altéré est le seul moyen à opposer à sa nifestation. Mais quelles sont les causes de cette altéran de l'air dans une salle habitée? Ces causes sont nomuses; quelques-unes peuvent être mesurées exactement. A cette dernière catégorie appartiennent les modificans de température, le changement de composition de r, ainsi que les variations dans les quantités d'humidité 'il contient. On sait que l'homme, par sa respiration, nd de l'oxygène à l'air qui l'environne, et le remplace de l'acide carbonique. La quantité d'acide carbonique duit s'élève en moyenne à 500 litres par jour pour que individu adulte. En outre, par sa respiration et transpiration cutanée, il émet chaque jour 1300 grams d'eau à l'état de vapeur, qui emporte en même temps c elle une partie de la chaleur produite dans l'organisme. es autres causes de viciation, qui jusqu'à ce jour ont appé à nos procédés de mesure, n'en sont pas pour cela ins réelles. Elles proviennent de la présence de matières males produites par les êtres vivants, et qui manifest leur présence dans l'air confiné, par une odeur parlière, désagréable, même quand il s'agit d'individus

sains. L'importance de cette dernière cause de viciation de l'air augmente et domine toutes les autres quand il s'agit d'une réunion de malades.

Le moyen le plus efficace d'éviter ou de diminuer ces inconvénients, c'est l'emploi d'un bon système de ventilation. Le problème à résoudre est celui-ci : *Enlever d'une salle l'air, soit vicié par les êtres vivants ou par toute autre cause, soit trop refroidi, soit trop échauffé, et chargé de vapeurs et de substances animales. Le remplacer par un air pur, chaud en hiver, frais en été, de manière à assurer dans cette salle les conditions de la plus complète salubrité.*

Il faut admettre d'une manière générale que l'état de l'air confiné, le plus favorable à l'entretien régulier de nos fonctions respiratoires, est celui qui se rapproche le plus de l'air ordinaire. Mais cette composition normale étant impossible à réaliser dans une enceinte où il existe une cause permanente d'altération, c'est-à-dire la réunion d'un certain nombre de personnes, les hygiénistes et les chimistes ont réuni leurs études pour déterminer les limites dans lesquelles il faut entretenir la composition de l'air dans un espace habité.

Des expériences de ventilation, indépendantes de toute idée théorique préconçue, ont été faites pour déterminer la quantité d'air qu'il importe de fournir à un certain nombre d'individus rassemblés, afin de maintenir leur respiration dans les conditions normales; les assistants de l'enceinte étaient établis seuls juges du manque ou de l'excès d'air sous l'influence de dosages variables. Un de nos habiles chimistes, M Félix Leblanc, par des recherches qui remontent à plusieurs années, trouva dans l'air sortant de l'enceinte, 2 à 3 millièmes d'acide carbonique par mètre cube, c'est-à-dire quatre à cinq fois plus qu'il n'en existe dans l'air normal. D'autre part, d'Arcet avait déjà fixé à 7 grammes de vapeur d'eau la quantité d'humidité que renferme un mètre cube d'air, lorsqu'il est capable de

barrasser nos organes de la vapeur d'eau qui leur est ıtile, sans agir pourtant sur eux d'une manière pénible r sa trop grande sécheresse.

Ainsi, deux à trois millièmes d'acide carbonique et sept ımmes de vapeur d'eau, par mètre cube, sont les limites e l'altération de l'air ne doit pas dépasser. Des expénces qui furent faites à l'ancienne chambre des députés t prouvé que ces conditions sont remplies quand on blit une ventilation faisant passer *vingt mètres cubes ir par heure et par individu.*

Ɜn fournissant à une réunion de personnes en santé gt mètres cubes d'air par heure et par individu, on ısfait donc complétement à toutes les exigences d'une ıne hygiène. Mais, hélas! combien peu de lieux publics sentent ces conditions hygiéniques!

'onsidérez, par exemple, nos salles de spectacle, où, ır augmenter encore les causes de viciation de l'air, des taines de becs de gaz versent sans cesse des torrents cide carbonique et de vapeur d'eau qui s'ajoutent à ceux produisent les spectateurs. Aussi, avec quel plaisir, lle avidité même, est-on empressé d'aller, par interles, respirer, à pleins poumons, un peu d'air frais au ors? La question de la ventilation des théâtres a préocé, nous le savons, plusieurs directeurs de nos grandes ıes, qui ont cherché à donner aux spectateurs ce bienqui dispose à goûter plus complétement les jouissances 'esprit. Cependant, chacun de nous a pu s'assurer que vent le but était bien loin d'être atteint.

xaminez les ateliers de beaucoup d'industries, et vous rouverez encore bon nombre où l'atmosphère lourde, renouvelée, est continuellement chargée de poussières oute nature. Si vous consultez alors les statistiques de ıortalité, vous ne serez plus surpris de voir les hygiées réclamer hautement des réformes dans les dispositions des locaux industriels, et vous comprendrez de quelle

importance il serait que le gouvernement cherchât à améliorer les conditions dans lesquelles se trouve encore aujourd'hui trop souvent placée cette partie de la classe laborieuse.

Mais si, au lieu de considérer une réunion de personnes bien portantes, nous cherchons ce qu'il faudrait faire pour une réunion de malades, pour une salle d'hôpital, où tant de malheureux viennent chercher la guérison de leurs maux, le problème se complique, les causes de viciation de l'air deviennent plus nombreuses et plus intenses. Au premier rang de ces causes d'altération, se placent, sans contredit, les émanations de matières animales.

Quel est le médecin, quel est l'élève, quel est le visiteur des hôpitaux, qui n'a pas été péniblement affecté par l'odeur qui s'exhale de certaines salles, quand on y entre le matin, ou seulement après quelques heures de clôture, et cela malgré les soins minutieux de propreté auxquels on a recours ? C'est probablement à cette cause qu'il faut rapporter l'aggravation de certaines affections qui n'étaient que fort légères au moment de l'entrée du malade, comme aussi la longueur des convalescences, la facilité des rechutes, et le peu de réussite, dans les hôpitaux, de certaines opérations chirurgicales pour lesquelles on compte un nombre bien supérieur de succès dans la pratique civile. Les hôpitaux consacrés à l'enfance et aux femmes en couches sont certainement placés, sous ce rapport, dans les conditions les plus défavorables. Sur l'enfant, sur la nouvelle accouchée, ces aggravations d'un mal léger, à l'origine, se remarquent, dans nos hospices, avec une déplorable fréquence.

Les circonstances fâcheuses que nous venons d'énumérer ont frappé depuis longtemps les médecins et les administrateurs des hospices. On a cherché à les faire disparaître en appliquant à plusieurs établissements

n système de ventilation lié à celui du chauffage. L'hô-ital Beaujon et l'hôpital Necker, à Paris, depuis plu-eurs années déjà, ont été pourvus d'appareils de ce enre.

Il y a dans l'histoire de l'adoption générale des moyens e ventilation, une circonstance bien singulière et qui mé-te d'être consignée ici. Ce qui a fait réaliser le premier nploi de la ventilation, ce qui en a fait, dans l'origine, rescrire l'usage, ce n'est pas l'humanité, c'est l'industrie. e n'est pas aux malades des hôpitaux que l'on a songé la remière fois pour le renouvellement de l'atmosphère al-rée, c'est.... aux vers à soie! L'observation démontra rec évidence l'utilité d'une ventilation active dans les agnaneries, et c'est là qu'elle reçut, au moins en France, première réalisation pratique.

La ventilation, employée d'abord dans les magnaneries, ıns un but d'intérêt privé, fut réclamée bientôt par les ssemblées délibérantes. Les premiers essais de ce genre ue l'on ait faits en Angleterre, eurent pour théâtre la ıambre des lords et celle des communes. En France, la entilation fut appliquée, pour la première fois, au palais l'ancienne chambre des pairs, et la nécessité de cette esure hygiénique n'était que trop réelle. Quand on se açait dans la proximité d'un conduit par où se dégageait ir qui venait de traverser la salle des séances de nos spectables législateurs, on sentait une odeur si méphi-que, qu'il était impossible de la supporter plus de quel-ıes secondes. La tige en cuivre d'un paratonnerre passait ıns le voisinage de cette partie du bâtiment : on était ligé de la renouveler chaque année en raison de sa ompte altération par le gaz hydrogène sulfuré contenu ıns l'air balayé de la salle.

Après la chambre des pairs, c'est à la chambre des dé-ıtés, ensuite au conseil d'État, que furent appliqués les pareils de ventilation.

Vinrent ensuite les théâtres.

Après les théâtres on s'occupa des prisonniers : dans les nouvelles prisons cellulaires, on s'empressa d'établir un système complet de ventilation.

Les hôpitaux ne vinrent qu'après les prisons ! Ainsi, ce n'est qu'après avoir pourvu à la salubrité des condamnés que l'on s'est préoccupé de celle des malades. Cet ordre de succession est assez singulier pour qu'on le note en passant. Sans doute, les améliorations dont il s'agit étaient excellentes en principe, et dans les deux cas, mais il nous semble que, dans une question de philanthropie, les honnêtes gens malades auraient dû passer avant les coupables bien portants.

L'administration de l'assistance publique a fait construire, il y a quelques années, dans le clos Saint-Lazare, un hôpital magnifique, l'hôpital Lariboisière, où tous les soins et presque toutes les recherches du luxe ont été réunis, et que l'on pourrait, à bon droit, nommer le *palais du pauvre*. Elle a voulu mettre à profit les résultats les plus récents de la science, pour améliorer les conditions hygiéniques de ses malades. On a donc fait établir, à grands frais, dans cet hôpital, les deux systèmes de chauffage et de ventilation réputés jusqu'ici les meilleurs. Ces deux systèmes y fonctionnent aujourd'hui simultanément, et l'on peut les juger tous les deux par comparaison. L'étude comparative des effets produits devait donc fournir des données utiles pour se prononcer sur la valeur relative des procédés employés pour la ventilation, et pour résoudre cette grande question d'hygiène.

Cette étude a été faite par M. le docteur Grassi, alors pharmacien en chef de l'hôpital Lariboisière, aujourd'hui pharmacien de l'Hôtel-Dieu. Nous allons donner à nos lecteurs une idée des deux systèmes de chauffage et de ventilation établis à l'hôpital Laroiboisière, et passer en

vue quelques-uns des faits renfermés dans le mémoire M. Grassi.

Disons d'abord que l'hôpital Lariboisière contient six villons destinés à contenir chacun cent malades : trois villons pour les hommes, et trois pour les femmes.

L'un des systèmes de ventilation établi à Lariboisière a imaginé et établi par M. Léon Duvoir, habile construcır de ce genre d'appareils : il chauffe par la *circulation au chaude* et ventile par *appel d'air*. Dans le second stème, établi d'après les plans de MM. Thomas, Laurens Grouvelle, la ventilation est produite par un agent méique, par une machine à vapeur. Quant au chauffage, 'obtient au moyen de poêles pleins d'eau, chauffés par vapeur qui sort des machines après avoir produit son ion mécanique.

M. Léon Duvoir avait à chauffer et à ventiler, à l'hôpital riboisière, les trois pavillons occupés par les femmes : établi un appareil distinct pour chaque pavillon.

Pour bien comprendre le principe sur lequel repose le stème de chauffage de M. Léon Duvoir, représentonsıs une chaudière fermée, donnant issue, à sa partie su-ieure, à un tube qui monte verticalement à une certaine ıteur, se recourbe horizontalement, marche dans cette ection, puis descend, après avoir parcouru un circuit s ou moins long, et revient en définitive pénétrer dans partie inférieure de la chaudière. Si la chaudière et le e sont remplis d'eau à la même température, ce liquide tera en équilibre et en repos. Mais si l'on vient chauffer point du circuit, la chaudière par exemple, à l'instant uilibre sera rompu : la couche d'eau chauffée, devenant s légère, s'élèvera dans le tube vertical, et sera bientôt vie par d'autres couches, qui s'élèveront à leur tour : s seront, à leur départ, remplacées, dans la chaudière, des couches d'eau froide venant du tube inférieur. Il produira donc dans la masse liquide un mouvement

circulatoire. Mais si, à mesure que les couches d'eau chaude arrivent dans le tube horizontal et dans celui qui le suit, on leur enlève la chaleur qu'elles avaient apportée, des circonstances analogues à celles du commencement de l'expérience se reproduisent, et le mouvement circulatoire continue à se faire, toujours dans le même sens. On peut donc, au moyen de cet appareil, donner à la partie inférieure du circuit, c'est-à-dire à la chaudière, de la chaleur, que l'eau emporte avec elle, et que l'on peut retrouver et utiliser en un point plus ou moins éloigné du trajet.

Tel est le principe sur lequel est fondé l'appareil à *circulation d'eau.*

A l'hôpital Lariboisière, M. Léon Duvoir a placé son foyer dans l'office du rez-de-chaussée. Du sommet de la chaudière part un tube qui monte verticalement, et se recourbe ensuite pour aboutir à un grand réservoir d'eau placé au milieu du comble, dans une chambre surmontée d'une grande cheminée d'appel. De ce réservoir partent les tubes qui desservent les divers étages. Chacun de ces tubes, arrivé à l'étage qui lui est destiné, court sous le parquet, arrive au premier poêle plein d'eau, parfaitement clos, et débouche à sa partie supérieure; il renaît à sa partie inférieure pour aller alimenter le second poêle, et ainsi de suite; après quoi, il redescend et retourne à la partie inférieure de la chaudière.

Considéré dans son ensemble, cet appareil se compose donc d'un grand circuit, offrant, de distance en distance, des renflements représentés par les poêles d'eau, qui servent de réservoirs de chaleur. La chaleur accumulée dans le réservoir supérieur vient se communiquer aux poêles qui la distribuent à l'air de la salle.

Voilà pour le chauffage dans le système de M. Léon Duvoir ; voyons comment se fait la ventilation.

La chambre qui contient le réservoir d'eau chaude, située au haut de l'édifice, se trouve en communication par

les canaux verticaux placés dans l'épaisseur des murs, avec les différentes salles, dans lesquelles ces divers canaux débouchent, au niveau du sol, entre les lits. L'air, qui est en contact avec le réservoir supérieur, s'échauffe, devient plus léger, monte et s'échappe par la cheminée. Il se fait ainsi un vide partiel, qui est comblé par l'air venant des salles, et qui monte par les canaux d'évacuation. Une partie de l'air des salles étant ainsi aspirée, doit être nécessairement remplacée par de l'air extérieur. Cet air s'introduit dans les salles par des canaux placés dans l'épaisseur du parquet, et qui aboutissent, d'un côté à l'extérieur, et de l'autre à un vide qui existe à la partie centrale des poêles ; de telle sorte que cet air ne peut arriver dans la salle qu'après s'être échauffé au contact des poêles.

Mais, pendant l'été, il faut ventiler les pièces sans les chauffer. Pour y parvenir, on se borne à chauffer le réservoir des combles, ce qui provoque la force ascensionnelle de l'air, et l'on ne chauffe point les poêles des salles. Il suffit, pour cela, de fermer leur communication avec le réservoir supérieur, et d'ouvrir un conduit qui ramène directement à la chaudière l'eau du réservoir supérieur.

Le même appareil sert encore à chauffer l'eau nécessaire aux besoins des malades.

Le système imaginé par M. Léon Duvoir fonctionne très-bien pour le chauffage; il maintient une bonne température dans les salles, même par des froids très-rigoureux.

Mais, selon M. Grassi, il n'a pas les mêmes avantages pour la ventilation. Cet expérimentateur a mesuré avec soin le volume d'air qui entre par les poêles et celui qui sort, dans le même temps, par la cheminée d'appel. Voici le résultat de ses mesures :

Dans les meilleures conditions, l'air entrant par les poêles était de 35 mètres cubes par heure et par malade,

tandis que le volume sortant des salles par les canaux d'évacuation était de 82 mètres cubes. La différence, ou 47 mètres cubes, est nécessairement due à de l'air qui entre par des ouvertures accidentelles, par les joints des portes et fenêtres. Or (et c'est ce qu'il importe essentiellement de remarquer ici), une bonne partie de l'air qui entre ainsi par les joints des fenêtres, est, immédiatement après son entrée, attirée par les ouvertures d'appel, qui en sont très-voisines; il s'y rend directement, sans se mélanger à l'air de la salle et, par suite, sans ventiler efficacement. C'est donc de l'air qui entre dans la salle et qui en sort, sans avoir produit d'effet utile, c'est-à-dire sans avoir balayé devant lui l'air vicié. Cet air produit infiniment moins de résultat, pour la ventilation, que celui qui, arrivant par les poêles, pénètre par l'axe de la salle, et ne peut en sortir par les ouvertures latérales qu'après avoir balayé et changé l'atmosphère de l'enceinte.

On pourrait, il est vrai, obvier à cet inconvénient en calfeutrant avec soin les joints des croisées. Cet expédient, qui ôte la faculté d'ouvrir les croisées, avait été en effet mis en pratique, pendant quelque temps, à l'hôpital Beaujon; mais on ne l'a jamais imité à l'hôpital Necker ni à Lariboisière, non parce qu'on était satisfait de la ventilation, mais parce qu'on reculait, avec raison, devant l'emploi d'un tel moyen.

Passons au deuxième système de chauffage et de ventilation qui a été établi à l'hôpital Lariboisière, d'après les plans de MM. Thomas et Laurens. Ici le chauffage est produit par de la vapeur d'eau qui traverse des poêles ou réservoirs d'eau, et la ventilation est provoquée par un agent mécanique.

Le système de ventilation mécanique est bien supérieur, selon nous, au procédé de ventilation *par appel*. Il est mis en usage depuis assez longtemps à la cristallerie de Baccarat, où l'on a pu constater son utile influence sur la santé

s ouvriers. Il a été établi à la Chambre des députés. Il ıctionne avec un succès admirable à Londres, dans la lle de distribution des lettres, dans une pièce où quinze ıts personnes sont réunies. C'est celui qui a été adopté finitivement dans les mines, dans la plupart des hauts ırneaux et dans les forges : c'est, en effet, avec des ma-nes soufflantes que l'on porte dans les foyers l'énorme ıntité d'air qu'ils consomment. C'est, enfin, la méthode adopta la commission scientifique présidée par M. Re-ıult, qui avait été chargée, par l'administration des hos-es, d'indiquer le système à adopter pour l'hôpital Lari-sière. Voici en quoi consiste ce système.

Ine machine à vapeur placée dans une cave, à l'extrémité 'hôpital, met en mouvement un ventilateur à force cen-ıge. Celui-ci aspire, d'un côté, l'air qu'il puise au met du clocher de la chapelle et le pousse, de l'autre, dans un grand tuyau, qui va le porter et le distribuer différentes salles à ventiler.

ı vapeur à quatre atmosphères, que produit la chau-e, fait marcher le ventilateur et perd ainsi une partie ı force élastique, sans perdre presque rien de sa cha

Devenue vapeur à basse pression au sortir de la ıine, elle est employée comme moyen de chauffage. cela, elle est reçue dans un tuyau spécial, dont les ications se rendent dans les poêles à eau qui se trou-placés dans les salles. Cette vapeur se condense en ıt sa chaleur aux pièces qu'elle parcourt. Revenue à liquide, elle est rapportée à la machine, qui lui ren-ientôt son état gazeux et toutes ses propriétés. Ainsi, ; ses propriétés sont utilisées, et utilisées avec une minime : la vapeur produit son effet mécanique, se l, et cède ensuite sa chaleur latente en repassant à liquide.

r, poussé par le ventilateur dans le grand tuyau vent, se divise entre ses ramifications et se rend aux

salles qu'il doit ventiler; mais, avant de se mélanger à l'atmosphère de l'enceinte, il parcourt un conduit situé sur la ligne médiane, et s'échauffe au contact des tuyaux de vapeur et de retour d'eau; il traverse ensuite les poêles, auxquels il prend encore de la chaleur. L'air, sortant des poêles, monte à la partie supérieure de la salle, s'étend en nappe et descend ensuite, poussé par derrière, par de nouvelles couches qui le suivent et le remplacent. Il arrive bientôt dans la zone de la respiration, et, parvenu à la partie inférieure, il s'engage dans les conduits d'évacuation qui règnent dans les murs latéraux et se rendent tous à une vaste cheminée commmune placée à la partie supérieure du comble, d'où il s'échappe au dehors.

L'air, qui pénètre dans la salle, y arrive par la ligne médiane, et, comme il en sort par les parois latérales, après avoir parcouru le trajet que nous avons indiqué, il est bien forcé de changer continuellement et complétement l'atmosphère de l'enceinte.

Tout cet air produit donc ici un effet utile. Tandis que, dans la ventilation par appel, une bonne partie de l'air, dont on constate l'issue par la cheminée, est entrée par les joints des croisées, a rasé le mur pour se rendre à l'ouverture d'appel sans se mélanger à l'air de la salle, ici, au contraire, tout l'air qui entre produit une ventilation effective. Aussi, à volume égal d'air débité, la ventilation mécanique, établie dans les conditions précédentes, produit-elle plus d'effet que la ventilation par appel.

Voilà donc une des différences capitales dans les résultats fournis par les deux systèmes. Ce n'est pas la seule.

M. Grassi a trouvé que, tandis que le système par appel faisait entrer par les poêles 35 mètres cubes d'air par heure et par malade, la ventilation mécanique en donnait 115. Cette quantité d'air déjà si grande, fournie par une machine faisant marcher un seul ventilateur, pourrait encore être augmentée dans une grande proportion si des

rconstances malheureuses, une épidémie, par exemple, cigeaient une ventilation plus énergique et une augmention du nombre des lits contenus dans les salles.

Le générateur de vapeur sert encore à chauffer l'eau :cessaire aux malades; il dessert le service des bains 'dinaires et des bains de vapeur, et fournit l'eau chaude ui alimente la buanderie de l'hôpital. Des dispositions urticulières permettent d'augmenter l'humidité de l'air jecté quand il est trop sec par les grands froids, ou de rafraîchir pendant les chaleurs de l'été. On peut, à vonté, ouvrir ou fermer les croisées, sans troubler la venation : la même quantité d'air pur entre toujours par la urtie centrale de la salle.

Le chauffage, dans ce dernier système, se produit avec le régularité parfaite. On réunit ainsi l'avantage du lauffage à la vapeur, qui résulte de l'instantanéité de ffet, à celui du chauffage à l'eau, où l'on met en réserve, uns les poêles, de grandes quantités de chaleur qui se ssipent lentement et à mesure des besoins.

Dans la suite de son mémoire, M. Grassi passe en revue s objections qui ont été faites à chacun de ces deux sysmes opposés que nous venons de décrire. C'est une étude :périmentale dans laquelle nous ne le suivrons pas, afin éviter de trop longs détails.

M. Grassi conclut que la ventilation produite par un ;ent mécanique doit être préférée toutes les fois que l'on :ut utiliser, pour des chauffages divers, la vapeur qui rt à faire marcher le ventilateur.

Pour terminer cet exposé des nouveaux procédés de :ntilation et de chauffage des lieux publics, nous parlens d'un système vraiment remarquable par l'économie de s résultats, et qui est dû à un médecin belge, M. le docur Van Hecke, de Bruxelles. L'appareil construit d'après s plans de M. Van Hecke fonctionne, depuis plusieurs

années, dans quelques édifices publics de Bruxelles. L'administration des hôpitaux de Paris, en ayant été informée, a fait établir, par l'inventeur, un de ses appareils dans un des pavillons de soixante lits de l'hôpital Beaujon, où il a été soumis à diverses expériences.

Le système de M. Van Hecke a pour base la ventilation mécanique, moyen dont la supériorité est à nos yeux définitivement jugée. C'est donc là un point de départ dont la valeur absolue nous semble acquise. Mais il présente encore une supériorité marquée, au point de vue de l'économie, sur les moyens mécaniques de ventilation qui sont employés par MM. Thomas et Laurens. On peut dire qu'avec ce système, la dépense est réduite à la plus faible proportion possible. Voici, d'ailleurs, l'ensemble des dispositions qui le composent.

M. le docteur Van Hecke se sert de calorifères à air chaud comme moyen de chauffage. Il les combine avec un système de ventilation mécanique, dans lequel l'air est mis en mouvement par un ventilateur particulier de son invention, mû par une petite machine à vapeur. La vapeur qui a servi à faire marcher la machine est employée au chauffage de l'eau nécessaire aux besoins des malades.

Le principe de cet appareil est bon, et ses effets pouvaient être prévus d'avance. Aussi, les expériences qui ont été faites par ordre de l'administration des hospices ont-elles fait constater, dans la cheminée d'évacution, un débit *de* 60 *mètres cubes d'air par heure et par malade*. Ce résultat est surtout remarquable par la force très-minime qui le produit, car la machine n'emploie, dans ces circonstances, qu'un quart de cheval-vapeur, et ne brûle pas une quantité de combustible plus grande que celle que consommaient les fourneaux de cuisine qui existaient avant son établissement.

L'appareil de M. Van Hecke est muni d'un dynamomètre dont le cadran, visible à tous les étages de l'hôpital, indique

out moment l'état de la ventilation, et permet ainsi une
rification instantanée de ses résultats. Un compteur spé-
l permet de déterminer le volume d'air qui a été extrait
r la machine pendant plusieurs mois consécutifs, et cela
moyen de deux observations seulement.

Une des différences de ce dernier système avec celui que
I. Thomas et Laurens ont établi à l'hôpital Lariboisière
ide en ceci : le ventilateur de MM. Thomas et Laurens
usse l'air dans la salle, tandis que celui de M. Van
cke, placé au haut de l'édifice, l'aspire par la partie su-
rieure. Cette dernière disposition n'est pas bonne, selon
is. Elle présente, en effet, une partie des inconvénients
e nous avons reprochés, avec M. Grassi, à la ventilation
appel. Mais rien ne serait plus facile que de les éviter.
suffirait de placer le ventilateur de M. Van Hecke au
de l'édifice, à l'origine du conduit qui apporte l'air, au
u de le laisser installé, comme il l'est en ce moment, au
nmet de l'hôpital.

I. Van Hecke, qui avait d'ailleurs prévu ces incon-
ients, se placera très-aisément dans les conditions que
is venons d'indiquer. Il sera très-intéressant, alors,
udier les effets produits par son appareil dans sa nou-
e situation.

Disons, pour terminer, que l'administration de la guerre,
fait construire en ce moment, à Vincennes, un hôpital
quatre cents lits, et qui s'occupe avec un zèle éclairé
bien-être de ses malades, a récemment ouvert un con-
rs auquel ont pris part les principaux inventeurs des
tèmes de chauffage et de ventilation. Comme les ap-
eils de ces divers constructeurs fonctionnent tous au-
'd'hui dans un des hôpitaux de Paris, ils seront jugés
près leurs œuvres, et leur invention pourra être étudiée
place par l'observation et l'expérience directes. Le
ultat du concours ouvert par le ministre de la guerre

pourra donc fixer l'état actuel de la science sur l'importante question d'hygiène publique que nous venons d'examiner.

2

Accidents que développe chez les ouvriers en caoutchouc l'inhalation du sulfure de carbone.

L'industrie du caoutchouc a été longtemps à la recherche d'un dissolvant qui permît de traiter manufacturièrement cette substance. L'huile empyreumatique obtenue par la distillation du caoutchouc lui-même fut le premier liquide que l'on reconnut propre à cet usage; mais elle était d'un emploi dispendieux, puisqu'il fallait, pour l'obtenir, sacrifier une grande quantité de caoutchouc, c'est-à-dire de la matière même qu'il s'agissait de traiter. L'essence de térébenthine, la benzine-Colas, furent ensuite employées avec quelques avantages; mais on a reconnu plus tard que le sulfure de carbone, c'est-à-dire la combinaison chimique qui résulte de l'union du soufre et du charbon, est un dissolvant parfait du caoutchouc. Le sulfure de carbone est donc entré largement et tout d'un coup dans l'industrie manufacturière du caoutchouc. Ce composé s'obtient au moyen de deux produits d'une bien faible valeur, le charbon et le soufre, et on le prépare sans la moindre difficulté, par la seule action de la chaleur sur le mélange de ces deux corps. Aussi peut-on le livrer à un prix très-bas dans le commerce, et son introduction dans les manufactures de caoutchouc a-t-elle imprimé à cette branche de fabrication une impulsion considérable. Les emplois du caoutchouc en ont été très-multipliés, en même temps que le prix des objets confectionnés avec cette matière s'est abaissé sensiblement.

Mais si le sulfure de carbone offre de grands avantages pour l'usage industriel, il a l'inconvénient de provoquer

›s accidents graves chez les ouvriers qui le manient, et ıi sont forcés d'en respirer les vapeurs. L'étude des phé›mènes pathologiques que provoque chez les ouvriers *nhalation*, c'est-à-dire la respiration de l'air mêlé de peurs de sulfure de carbone, a été l'objet d'un mémoire téressant lu à l'Académie de médecine, et qui vient d'être ré à l'impression [1]. L'auteur de ce mémoire est M. A. lpech, un des jeunes agrégés les plus distingués de la culté de médecine de Paris.

L'observation fortuitement faite sur les animaux avait jà donné l'éveil sur les propriétés toxiques du sulfure carbone. Dans les fabriques, sous les hangars où ce uide se prépare en grandes masses, on avait déjà reqrqué que les oiseaux nichés sous le toit tombaient sount à terre dans un état d'insensibilité, ou du moins nmobilité complète. Les chats, habitants de la fabri-, avaient paru aussi présenter quelques phénomènes hologiques. Mais ce sont surtout les troubles graves, et plus en plus alarmants, qui sont survenus chez les ouers des fabriques de caoutchouc, qui ont mis hors de ıte les propriétés positivement vénéneuses du sulfure carbone respiré à l'état de vapeurs.

'oici, d'après l'étude attentive et les observations pues par M. Delpech, l'action qu'exerce le sulfure de care sur les ouvriers qui le respirent.

'n observe d'abord chez l'ouvrier qui travaille le caoutuc par l'intermédiaire de ce liquide, de légers troubles a digestion, tels que la diminution de l'appétit, des sées et des vomissements. A une période plus avancée, riennent des désordres du système nerveux. M. Del-ı a noté un affaiblissement des sens chez la plupart des ailleurs : les uns, comme enveloppés d'un brouillard

[1] *Mémoire sur les accidents que développe chez les ouvriers en 'chouc l'inhalation du sulfure de carbonne en vapeur*, lu à l'Aca-e de médecine, par M. A. Delpech. Paris, 1856.

épais, n'apercevaient plus les objets que d'une manière confuse; les autres étaient devenus très-sourds; plusieurs étaient tellement poursuivis par l'odeur du sulfure de carbone qu'ils la retrouvaient partout.

A une époque encore plus avancée de la maladie, la mémoire s'altère : plusieurs ouvriers oublient ce qu'ils ont à faire, et commettent de nombreuses fautes dans leur travail; d'autres sont tourmentés par des maux de tête, des éblouissements et des douleurs dans les membres ; la force des bras est diminuée; les jambes, affaiblies, fléchissent, et la démarche est chancelante comme dans l'ivresse. La pâleur de la peau, le teint terreux, la décoloration des membranes muqueuses, tous les indices d'une altération générale de l'économie, viennent s'ajouter à ces derniers symptômes.

M. Delpech a fait cette remarque importante, que les ouvriers attachés aux fabriques de caoutchouc éprouvent des accidents beaucoup moins graves que ceux qui travaillent en chambre. On comprend, en effet, que le travail dans les grandes usines, s'opérant à l'air libre ou dans des pièces bien aérées, la vapeur toxique du sulfure se dissémine dans l'air à mesure de sa production, et affecte moins les organes des personnes qui y séjournent. Mais l'ouvrier qui, dans un étroit réduit, se livre isolément à la préparation des objets confectionnés en caoutchouc, donne une prise beaucoup plus large à l'action délétère de ces vapeurs. La pièce où il travaille est de dimensions exiguës; l'air s'en renouvelle rarement et avec difficulté. Souvent, plusieurs ouvriers sont réunis dans le même logement. Ils couchent dans la même pièce qui a servi aux opérations de la journée. Pères et enfants restent exposés, pendant la nuit entière, aux dangereuses émanations du sulfure. On comprend donc que les accidents, comparativement les plus graves, aient été observés par M. Delpech chez les ouvriers en chambre.

;omment parer aux effets désastreux du sulfure de car-ıe? Sans aucun doute, le moyen le plus simple et le illeur consisterait à supprimer, dans l'industrie, l'em-i de ce dissolvant, à en revenir à l'huile pyrogénée du utchouc, à s'en tenir à la benzine ou à l'essence de téré-thine, qui pourraient remplir le même rôle. Malheu-sement, l'action dissolvante de ces divers produits est ı inférieure à celle du sulfure de carbone, et l'industrie :aoutchouc ne saurait rétrograder ainsi vers l'époque ;es débuts. Ce qu'il faut donc, c'est parer aux dangers 'emploi d'une substance que l'on ne peut plus aujour-ıi songer à proscrire. M. Delpech a donné pour cela conseils excellents, marqués au coin de la pratique, et nous allons résumer.

a première précaution à prendre, selon M. Delpech, it d'interdire, autant que possible, aux ouvriers en nbre, l'usage du sulfure de carbone. Il importe, en , de préserver ces individus, malgré eux-mêmes, de poisonnement volontaire auquel ils se soumettent · obtenir un salaire plus élevé. Il est certain, d'un au-ôté, qu'il y a un danger réel pour la santé publique à er se développer des vapeurs aussi vénéneuses au sein aisons habitées, qui sont, d'ailleurs, pour la plupart, ıérées et placées dans des quartiers industriels où ısse une population nombreuse. M. Delpech a vu des les entières profondément atteintes ; il y a là des fem-des enfants, que la loi ou des règlements de salu-doivent protéger et défendre. Il faudrait donc inter-l'employer, au moins à dose considérable ou d'une ›re continue, le sulfure de carbone dans des loge-; dépendant de maisons habitées.

ıs les fabriques, les dangers sont moindres pour les ers, mais ils n'en sont pas moins réels. On sait que :onfectionne beaucoup d'objets en caoutchouc, en vant cette substance dans le sulfure de carbone, et

en appliquant cette dissolution sur des moules; en s'évaporant, la dissolution laisse pour résidu l'enduit solide de caoutchouc avec la forme qu'on a voulu lui donner. C'est principalement dans cette dernière période des opérations que réside le danger pour la santé des ouvriers : car, pendant la dessiccation des moules et le maniement des dissolutions, il se dégage, à l'état de vapeurs, des masses énormes de sulfure qui, nécessairement, sont respirées par l'ouvrier.

Pour atténuer, autant que possible, les dangers de cette opération, il faudrait exiger, d'abord, que les cuves de dissolution fussent fermées avec soin, au moyen d'une fermeture hydraulique, par exemple, et qu'on n'en tirât jamais que la quantité nécessaire au travail immédiat.

Mais il est une propriété curieuse du sulfure de carbone qui, mise à profit, peut rendre les accidents beaucoup moins fréquents.

Le poids spécifique de la vapeur du sulfure de carbone est considérable; il est représenté par le chiffre 2,67 : ces vapeurs pèsent donc plus de deux fois autant que l'air sous le même volume : aussi est-ce à la partie inférieure des appartements qu'elle s'accumule; dans les fabriques, les lieux placés le plus bas en sont toujours pénétrés. Il résulte de cette accumulation des vapeurs dans les lieux déclives, un danger réel, puisque, dans les usines, les caves laissées ouvertes en sont souvent remplies. Si l'on exigeait que les ateliers où il se dégage abondamment des vapeurs de sulfure fussent élevés au-dessus du sol, et que le plancher inférieur fût à claire-voie, il en résulterait que presque toutes les vapeurs, abandonnant l'atelier, se porteraient dans cette partie de l'usine. Là, toutefois, un danger nouveau se présenterait, si des appareils de ventilation, mus par la machine à vapeur qui fonctionne dans toutes les usines un peu importantes, n'étaient employés à entraîner au dehors les émanations délétères. On pourrait

eut-être même diriger ces vapeurs dans les fournaux, our les y enflammer, et ainsi les détruire et les utiliser out à la fois. Cette prescription ne ferait d'ailleurs que ajouter naturellement à celle qui a pour but de forcer les sines à brûler la fumée de leurs foyers, et que des règle-ents récents ont rendue obligatoire, ainsi que nous l'a-ons déjà dit dans le cours de cet ouvrage.

On est d'autant plus fondé à exiger des fabricants les écautions que nous venons de mentionner, que, dans autres industries, l'utilité d'une ventilation puissante est manifestée de la manière la plus heureuse. Il suffit, ur mettre ce fait hors de doute, de rappeler les excel-ntes dispositions que d'Arcet avait fait adopter pour pré-ver les ouvriers doreurs de l'action nuisible des va-urs de mercure, lorsque la dorure du bronze et des tres métaux au moyen du mercure était le seul procédé ployé dans les ateliers.

Ce serait entrer encore dans les vues de la législation qui ;it l'industrie, que d'interdire absolument d'employer enfants dans les ateliers où il se dégage des vapeurs sulfure de carbone. Le système nerveux des enfants plus facilement accessible que celui des adultes aux ts toxiques analogues à ceux que subissent les ouvriers caoutchouc. Il serait donc important que des règlements itaires vinssent soustraire l'enfance à une influence peut avoir pour elle de si tristes résultats.

. côté de ces moyens généraux, se placent les conseils onner aux ouvriers qui, quoi qu'on fasse et souvent par faute, subiront toujours, bien qu'à un degré plus e, l'influence des vapéurs du sulfure de carbone. Selon Delpech, les ouvriers des fabriques de caoutchouc de-ent être logés à une assez grande distance de l'usine, que, chaque jour, en allant à leur travail et en reve- chez eux, ils fussent forcés de respirer largement un ur, et de laisser leurs vêtements s'aérer et perdre l'o-

deur du sulfure. Une propreté extrême, des lavages répétés, devraient leur être recommandés. Ils ne pourraient prendre leurs repas dans les ateliers, et ils passeraient à l'air libre les moments de repos; ils éviteraient surtout de la manière la plus complète les excès alcooliques, dont M. Delpech a plusieurs fois reconnu la fâcheuse influence sur le développement des accidents toxiques.

Enfin, malgré l'aptitude plus grande qu'acquiert un ouvrier à une fonction unique qu'il remplit chaque jour, il serait désirable qu'il s'établît dans les usines à caoutchouc un roulement, combiné de telle manière que les ateliers à dégagement de sulfure ne fussent occupés par chaque ouvrier que pendant un certain temps. On remplacerait le personnel à chaque opération de quinzaine en quinzaine, par exemple, et même à des intervalles plus rapprochés.

Tel est l'ensemble des moyens préventifs ou hygiéniques proposés par M. Delpech, dans le mémoire intéressant où il a exposé les fruits de ses utiles observations.

3

Le phosphore rouge.— Propriétés toxiques du phosphore. — Innocuité du phosphore rouge.— Travaux de MM. Caussé et Chevallier sur les moyens de parer aux dangers du phosphore comme substance toxique. — Expériences nouvelles de MM. Orfila neveu et Rigout.

Le conseil de salubrité a été saisi, en 1856, d'une question des plus importantes pour l'hygiène publique : il s'agit de substituer au phosphore ordinaire, pour la préparation des allumettes chimiques, une variété physique de ce corps, le *phosphore rouge*, qui est dépourvu de toute propriété toxique. L'importance de cette question, d'un véritable intérêt public, nous engage à l'exposer ici avec quelques détails. Nous allons donc montrer sur quels faits, sur quelles considérations on s'appuie pour demander que

e phosphore ordinaire soit, à l'avenir, banni de la prépa-ation des allumettes chimiques.

Le composé toxique qui porte vulgairement le nom l'*arsenic* ou *arsenic blanc*, est une combinaison de l'oxy-ène avec un corps simple non métallique, nommé *ar-enic*. Chimiquement, on désigne ce composé sous le nom '*acide arsenieux*; c'est un oxyde d'arsenic à propriétés cides.

L'acide arsenieux jouit du triste privilége d'être l'instru-ient de prédilection du crime. Il y a peu d'années, sur ent empoisonnements commis en France, quatre-vingt-ix au moins l'étaient au moyen de l'acide arsenieux.

Cette préférence accordée par la main du crime aux omposés d'arsenic remonte d'ailleurs à une époque déjà rt ancienne; elle existait chez les empoisonneurs des rniers siècles. Le fameux poison des Borgia devait sa issance à l'arsenic qu'il renfermait. L'*acquetta di Napoli*, *acqua Tofana*, ainsi appelée du nom de la femme qui i donna sa triste célébrité, se composait d'une solution acide arsenieux. Dans les mains de la signora Tofana, tte eau fit plus de 600 victimes; on fait figurer sur leur te le pape Clément XIV. On pourrait encore, à des dates esque contemporaines, citer des crimes célèbres accom-s à l'aide de cet agent destructeur.

L'arsenic a donc été, jusqu'à ces derniers temps, le poi-le plus connu et le plus généralement adopté. Ce n'est à de rares exceptions et parmi les empoisonneurs de ite volée que ce toxique vulgaire fut quelquefois dédai- : on lui préféra la morphine ou la nicotine. Néanmoins, peut dire que, jusque dans ces derniers temps, l'arse-employé comme toxique, régnait presque exclusive-it.

I n'en est plus ainsi depuis quelques années, et l'arse-est sur le point de perdre son antique et redoutable ilége. Ce poison présente, en effet, à l'encontre des

criminels, un inconvénient fort grave : il laisse après lui des traces que la chimie parvient à retrouver sans la moindre peine. C'est un jeu pour la science moderne que de découvrir un composé arsenical au sein des organes d'une personne empoisonnée : un appareil de Marsh suffit pour retrouver dans les viscères les plus faibles traces de ce toxique. Mais, par suite de la regrettable publicité qui a été donnée à ce fait dans le cours de divers procès célèbres, tout le monde a appris avec quelle singulière facilité l'arsenic peut être retrouvé dans une expertise toxicologique. C'est depuis cette époque que l'arsenic a cessé de devenir l'agent exclusif des empoisonnements criminels.

La matière toxique qui tend aujourd'hui à remplacer l'arsenic, c'est le phosphore. Les propriétés vénéneuses de ce corps sont connues aujourd'hui par de nombreux exemples, par des événements accidentels ou criminels, qui ont promptement répandu dans le public la connaissance de ce fait. Nous nous bornerons à rappeler ici un événement, qui a été publié dans les journaux au commencement de l'année 1856, et qui s'est passé à Cambrin, dans le Pas-de-Calais :

« Deux individus entrent dans un cabaret, et se font servir chacun une tasse de café. A peine en ont-ils pris le contenu, qu'ils s'affaissent sur eux-mêmes et ne donnent plus aucun signe de vie. La cabaretière, effrayée, court avertir l'autorité. On se transporte sur les lieux, et l'on constate un double décès. Des soupçons d'empoisonnement sont formulés. La cabaretière se récrie ; elle assure que les victimes n'ont pris chez elle que du café, dont il reste encore une partie qu'elle va elle-même prendre à l'instant. A ces mots, elle s'approche d'une cafetière qui était près du feu, se verse une tasse de café, l'avale, et.... tombe inanimée près des deux autres cadavres. On fait l'inspection de la cafetière, et l'on trouve dans le fond une boîte d'allumettes chimiques. »

Ce fait est loin d'être isolé. Les propriétés toxiques du

phosphore contenu dans les allumettes chimiques ont été établies par de si nombreux événements, qu'il n'y a plus aucune raison de se taire à ce sujet.

L'acide arsenieux laisse, avons-nous dit, des traces que a chimie parvient à retrouver sans peine. En effet, dans 'économie, à l'état normal, il n'existe pas d'arsenic. Si lonc un expert vient à reconnaître, dans les organes sounis à son examen, la présence d'un composé arsenical, le ait de l'empoisonnement est, par cela même, établi. Mais n'en est pas de même pour le phosphore. A l'état normal, il existe du phosphore dans l'économie humaine : on y rencontre à l'état d'acide phosphorique, formant divers hosphates, tels que les phosphates de chaux, de soude et e potasse. D'après cela, si dans un examen chimico-légal, n expert trouve du phosphore dans les organes qu'il nalyse, il est toujours bien difficile qu'il puisse tirer de présence de ce corps une conclusion assurée. Le doute empare de son esprit, et il fait sagement de ne point nclure. L'empoisonnement par le phosphore suscite donc grandes difficultés à la science toxicologique.

Ajoutons enfin que le poison dont nous parlons se trouve tre les mains de tout le monde, et c'est là l'une des cirnstances les plus graves de cette question. En effet, cide arsenieux, ou toute autre substance toxique, telle e les sels de mercure ou d'antimoine, sont des poisons 'une main coupable ne peut se procurer sans se dénon- en quelque sorte elle-même. L'ordonnance du 29 ocre 1846, en rangeant l'arsenic et les préparations qui dérivent parmi les substances vénéneuses, exige l'inption sur un registre *ad hoc* des nom, profession, etc., l'acheteur, ou bien l'autorisation écrite et signée d'un lecin. Mais le nom du phosphore ne figure point sur la e officielle des substances réputées vénéneuses. Chacun onc la facilité de se le procurer. Il est toujours, d'ails, à la portée de tous; pour qu'il en fût autrement, il

faudrait supprimer les allumettes chimiques, dont l'emploi est aujourd'hui universel.

Ces considérations montrent suffisamment combien il était urgent de remédier au dangereux état des choses que nous venons de signaler. C'est ce que M. le docteur Caussé, d'Albi, comprit l'un des premiers. Le 24 janvier 1854, M. Caussé présentait à l'Académie de médecine un mémoire dans lequel il appelait l'attention de ce corps savant sur l'intoxication par les allumettes chimiques, et sur la difficulté qu'éprouve l'expert, dans un cas d'empoisonnement, à constater dans les organes la présence de ce toxique. En même temps qu'il signalait le mal, l'auteur de ce travail essayait d'en indiquer le remède. Il proposait, pour rendre plus facile, dans un cas d'expertise, la recherche du phosphore, d'ajouter à la pâte qui sert à confectionner les allumettes phosphorées, un composé qui, par sa présence, vint en aide au chimiste et lui permît d'être plus affirmatif dans ses conclusions.

La substance que M. le docteur Caussé proposait d'ajouter à la pâte phosphorée des allumettes, c'était le tartrate de potasse d'antimoine, c'est-à-dire l'émétique. Entrant dans la composition de la pâte phosphorée, l'émétique eût présenté, outre l'avantage spécial de seconder les recherches de l'expert, celui de provoquer le vomissement chez la personne empoisonnée. En prenant le poison, on eût, en même temps, pris le remède, et le seul remède connu contre ses redoutables effets.

L'Académie de médecine chargea M. le professeur Chevallier de faire un rapport sur le mémoire du docteur Caussé.

Après mûr examen, M. Chevallier partagea l'opinion du docteur Caussé. Il espéra que l'on pourrait éviter une partie des dangers d'intoxication que présentent les allumettes chimiques, si l'on ajoutait une petite quantité d'émétique à la pâte phosphorée qui sert à leur prépara-

tion. Seulement, M. Chevallier proposait d'ajouter aussi à cette pâte une substance susceptible de lui communiquer une amertume considérable, de manière à prévenir, par ce goût extraordinaire, la personne à laquelle on tenterait d'administrer le dangereux toxique. M. Chevallier songea, pour ce dernier objet, à l'aloès et à la poudre de coloquinte. Des expériences faites avec ces matières réussirent : la poudre de coloquinte et l'aloès n'empêchaient aucunement la combustion des allumettes, et donnaient au mélange l'amertume requise comme moyen d'avertissement.

Mais M. Chevallier abandonna bientôt sa première pensée. On venait de lui remettre une certaine quantité de phosphore rouge ou amorphe, récemment découvert par le chimiste de Vienne, M. Schrötter; ce produit, en raison des propriétés spéciales qu'il présente, devait jouer dans la question un rôle des plus importants.

Passons rapidement en revue les propriétés du phosphore rouge, et montrons, en même temps, ce qui distingue du phosphore ordinaire cette variété nouvelle.

Le phosphore ordinaire est incolore ou jaune, flexible, translucide, fusible dans l'eau à la température de degrés au-dessus de 0, et volatil à 290 degrés. Si on l'expose à l'air, il exhale des vapeurs blanches d'une odeur alliacée, et il répand dans l'obscurité une assez vive lumière.

La variété de phosphore découverte par M. Schrötter, et que l'on désigne sous le nom de *phosphore rouge*, est de couleur de brique; il est sans odeur, très-peu altérable à l'air, et ne répand aucune lumière dans l'obscurité. Jeté sur des charbons ardents, il s'enflamme, mais il brûle plus lentement que le phosphore ordinaire et sans donner d'odeur. M. Schrötter a découvert cette variété physique du phosphore en portant à une température de à 250 degrés le phosphore ordinaire placé dans un

tube de verre fermé. Par la simple action de la chaleur, il subit une modification moléculaire, qui lui donne des propriétés tout autres que celles qu'il possédait.

Les caractères du phosphore rouge firent penser à M. Chevallier qu'on pourrait avantageusement l'employer, en remplacement du phosphore ordinaire, dans les allumettes chimiques. Le peu d'hésitation qu'il éprouvait cessa lorsqu'il apprit qu'en 1850 M. le professeur Bussy, expérimentant sur un chien le phoshore nouveau, avait reconnu que son action toxique est complétement nulle. Deux grammes de phosphore rouge avaient été, en effet, administrés par M. Bussy à un chien, sans que l'animal en ressentît aucun effet. Or, un ou deux grammes seulement de phosphore ordinaire suffisent pour donner la mort à un chien.

M. Chevallier s'adressa alors à MM. Lassaigne et Reynal, d'Alfort, qu'il pria de répéter l'expérience de M. Bussy : c'est ce qu'ils firent sur une chienne de Terre-Neuve, qui put prendre impunément 5 grammes de phosphore rouge. Des oiseaux, à qui les mêmes expérimentateurs administrèrent 3 centigrammes de la même substance, n'en éprouvèrent aucun accident. Le phosphore ordinaire, administré à un chien à la dose de 3 grammes, et à des oiseaux à la dose de 3 centigrammes, faisait, au contraire, périr très-promptement ces animaux.

Ainsi, l'innocuité du phosphore rouge était constatée. Il ne restait plus qu'à savoir si elle ne disparaîtrait pas quand le phosphore rouge se trouverait uni au chlorate de potasse, qui, mélangé au phosphore, sert à la fabrication des allumettes chimiques.

Pour s'en assurer, M. Chevallier remit à M. Lassaigne des allumettes préparées avec du phosphore rouge et du chlorate de potasse. M. Lassaigne administra à un chien une pâte composée de chlorate de potasse, de phosphore

rouge et de gomme, pâte qui avait été détachée de 133 allumettes chimiques, et pesait 1 gramme 53 centigrammes : l'animal n'en éprouva aucun dérangement dans sa santé.

A la suite de ces expériences concluantes, M. Chevallier, le 12 septembre 1854, présenta à l'Académie de médecine son rapport sur le mémoire de M. Caussé. Il déclarait, dans ce rapport, que le travail du médecin d'Albi attirait, avec raison, l'attention publique sur une question fort grave ; — que la lecture de ce mémoire l'avait amené à étudier les propriétés du phosphore rouge, dont il avait constaté la parfaite innocuité ; — que la substitution de ce phosphore au phosphore ordinaire ne pouvait offrir aucune difficulté, puisque le prix de revient des allumettes ainsi préparées serait toujours le même, et qu'elles s'enflammaient avec la même rapidité ; — enfin, que plusieurs avantages résulteraient de cette substitution, savoir : l'impossibilité d'employer la pâte phosphorée des allumettes dans un but criminel, et la faculté de soustraire les ouvriers qui fabriquent les allumettes à la nécrose (carie) des os maxillaires, qui atteint trop souvent les personnes employées dans ces fabriques. Quant aux pâtes phosphorées dont on fait usage pour détruire les animaux nuisibles, ajoutait M. Chevallier, elles pourront être composées de phosphore ordinaire, additionné de kermès préparé par la méthode de Fabroni, et dont le prix est peu élevé ; ce kermès donnera à la pâte une couleur brune, diminuera les chances d'emploi de cette pâte pour l'empoisonnement criminel ; et, de plus, on pourra, dans le cas où elle aurait été employée comme toxique, constater dans les organes la présence d'un composé d'antimoine.

Le rapport de M. Chevallier fut reçu avec une grande faveur. L'Académie de médecine en adopta les conclusions, et le renvoya au ministre du commerce, qui seul pouvait ordonner la substitution du phosphore rouge au

phosphore ordinaire dans la fabrication des allumettes chimiques.

Malgré l'importance de ce travail et la nécessité pressante de parer aux dangers qui s'y trouvent signalés, le rapport de M. Chevallier, et ses excellentes conclusions, avaient été un peu perdus de vue depuis l'époque de sa publication. On doit donc savoir gré à MM. Orfila neveu et Rigout, qui, dans une série d'expériences présentées en 1856 à l'Académie des sciences, ont ramené l'attention sur le sujet qui avait été précédemment éclairé de si utiles lumières par MM. Caussé et Chevallier. Nous rapporterons ici le résultat des expériences de MM. Orfila et Rigout, qui établissent d'une manière tout à fait évidente l'innocuité absolue du phosphore rouge ingéré dans l'économie.

MM. Orfila et Rigout ont pu administrer à des chiens jusqu'à 50 grammes de phosphore rouge, et prolonger plusieurs jours la même dose sans occasionner le moindre trouble dans la santé de l'animal. Ils ont ainsi mis entièrement hors de doute le fait de l'innocuité absolue du phosphore rouge ingéré dans l'économie.

On comprend que la question étant aussi nettement résolue, et l'emploi du phosphore rouge reconnu d'ailleurs aussi avantageux que celui du phosphore ordinaire pour la confection des allumettes chimiques, le conseil de salubrité et l'administration à laquelle il se rattache, songent sérieusement à transporter ces faits dans la pratique. Espérons que le conseil de salubrité hâtera son travail. Les faits ont toute l'évidence possible ; et pour la sécurité publique, les mesures administratives qu'il importe de prendre ne doivent pas être retardées.

XIII

MÉDECINE ET PHYSIOLOGIE.

1

Le typhus observé au Val-de-Grâce.

Le typhus, ou la maladie des camps, qui ne s'était jamais manifesté jusqu'ici que dans les armées en campagne, a été observé, dans les premiers mois de l'année 1856, au sein même de Paris. Comment a-t-il apparu dans nos hôpitaux militaires? Quels ont été pour la médecine les résultats de l'étude attentive de cette affection? Peut-on assimiler le typhus des camps à notre fièvre typhoïde? Telles sont les diverses questions qui ont été abordées dans un mémoire lu à l'Académie de médecine, par M. le docteur Godélier, professeur de clinique à l'École de médecine du Val-de-Grâce. Nous allons résumer les faits les plus importants qui résultent des nombreuses observations du savant médecin militaire.

On aurait difficilement prévu, il y a quelques années, que l'occasion serait offerte à la médecine d'observer le typhus des armées. Grâce aux progrès de la civilisation et aux tendances générales vers des idées de paix universelle, il semblait que le retour des grandes guerres entre les peuples était devenu impossible, et que, par conséquent, le typhus, avec les affreux ravages qu'il traîne à sa suite, ne serait plus connu que comme un triste souvenir du passé.

Cet espoir a été déçu. En 1855, de grandes armées se

sont réunies, des rassemblements considérables de troupes se sont agglomérés au même point, et dès lors, le typhus, ce compagnon presque inséparable des camps, qui n'avait plus été observé depuis les guerres de l'empire, s'est de nouveau manifesté à la suite des souffrances, des privations et de l'encombrement qui sont toujours la conséquence des grands rassemblements de soldats. Le typhus s'est donc montré en Crimée et à Constantinople, sur le littoral de la mer Noire et sur le Bosphore. Il était permis d'espérer que cette affection, engendrée dans des contrées lointaines, ne parviendrait pas jusqu'à la France. Cependant, le germe morbide que des régiments emportaient avec eux, à leur retour d'Orient, est venu éclore à Marseille et sur quelques points du midi de la France.

Pendant les mois de décembre et de janvier derniers, quand les premiers régiments rappelés de Crimée touchèrent le sol de la France, rien ne faisait soupçonner que des hommes, embarqués bien portants sur la mer Noire, débarqueraient avec le typhus. Ces troupes, que les voies de fer ou les marches rapides éloignèrent aussitôt de Marseille, y laissèrent pourtant quelques typhiques, en déposèrent quelques autres sur leur passage, et apportèrent, au lieu de leur destination définitive, des hommes chez lesquels la maladie devait se développer plus tardivement.

C'est ainsi qu'un certain nombre de cas de typhus des armées a pu se produire au sein même de notre capitale. Presque tous ont été fournis par le même régiment, qui envoyait ses malades au Val-de-Grâce, et c'est ainsi que M. Godélier, professeur de clinique à cet hôpital, a trouvé, presque seul avec ses collègues, l'occasion, très-inattendue, de voir à Paris, en 1856, le typhus qui s'y était montré à la fin des guerres de l'empire, et qui, disparaissant avec elles, n'y avait plus reparu depuis 1814.

Mais, cette fois, cette apparition du typhus n'aura été que très-passagère : au bout de quatre mois, il n'en res-

tait plus de traces. C'est dans cet espace de temps que M. Godélier a recueilli plus de soixante observations de malades qui font la base du travail qu'il a présenté à l'Académie de médecine.

Cet événement médical était d'autant plus digne d'intérêt que le typhus se présentait cette fois dans les conditions les plus favorables pour l'observation. Il apparaissait dégagé d'un grand nombre d'influences, dont l'action, isolée ou réunie, obscurcit d'ordinaire les véritables caractères de cette affection. Le typhus qui s'offrait aux investigations des médecins du Val-de-Grâce avait pris naissance dans des conditions bien déterminées, et qui évidemment n'exerçaient plus aucune action présente sur des individus désormais placés bien loin d'elles, et dans un milieu où cette maladie est inconnue. Aucune maladie particulière ne régnait dans l'hôpital ni dans les salles où les malades furent reçus. On se trouvait donc en présence d'une affection simple, que rien ne devait faire dévier de son cours naturel; aussi presque tous les cas, sauf l'intensité, se montrèrent-ils très-semblables entre eux, et parfaitement comparables, de sorte que l'observation était rendue plus facile et ses résultats, par cela même, plus certains.

On sait que plusieurs régiments, revenant de Sébastopol, firent leur entrée à Paris vers la fin de décembre 1855 et dans les premiers jours de janvier 1856. A très-peu d'exceptions près, tous les individus atteints du typhus furent fournis par le même corps, par le 50ᵉ régiment de ligne.

En quel lieu le typhus avait-il atteint ce régiment? Ce n'était pas, comme on aurait pu le penser, au pied de Sébastopol, mais bien à bord du navire qui le ramenait en France, et sur lequel il fut retenu par les gros temps pendant un intervalle de cinquante jours. Durant cette longue traversée, les conditions qui développent l'apparition du typhus se trouvèrent malheureusement réunies, et la maladie éclata, offrant à l'hygiéniste l'occasion d'étudier le

développement de cette affection, et montrant ensuite au médecin comment elle se comporte lorsqu'elle est transportée du lieu où elle a pris naissance, dans un milieu salubre, loin des fâcheuses conditions qui l'ont engendrée.

M. Godélier a tracé, dans son mémoire, le tableau général de la maladie telle qu'elle s'est montrée au Val-de-Grâce. Il s'est attaché à décrire l'éruption propre au typhus, qui fait quelquefois défaut, mais qui est *pathognomonique*, c'est-à-dire essentiellement caractéristique de cette maladie, toutes les fois qu'elle se produit. Formée de deux éléments, l'*exanthème* et l'*ecchymose*, réunis d'ordinaire dans la même tache, ou se montrant séparément, offrant des aspects divers selon la quantité et la qualité du liquide sanguin extravasé, plus ou moins riche en matière colorante, cette éruption est toutefois différente de la *pétéchie* proprement dite, du *scorbut* et du *purpura*, qui peut d'ailleurs s'y adjoindre, comme dans beaucoup d'autres fièvres graves. La durée et le siége principal de l'éruption typhique la distinguent d'ailleurs de celle de la rougeole, avec laquelle elle a, surtout dans les premiers jours, une très-grande ressemblance. Selon M. Godélier, cette tache cutanée qui trahit le typhus, peut être caractérisée en deux mots, c'est un *exanthème pétéchial*. Cette éruption diffère donc, d'une manière notable, des taches rosées lenticulaires qui dénotent la fièvre typhoïde.

En décrivant le typhus du Val-de-Grâce, M. Godélier a mis en relief ses traits principaux, puis sa marche, sa durée, ses terminaisons, son anatomie pathologique. Il résulte des études de ce clinicien que le typhus diffère complétement de la fièvre typhoïde, et qu'il offre, au contraire, un certain degré de ressemblance avec les fièvres dites pétéchiales, qui, d'après lui, ne seraient que le typhus proprement dit. M. Godélier conclut donc à l'identité de ces deux dernières affections.

Ce clinicien aborde ensuite la question, presque aussi

litigieuse, de l'identité du *typhus fever* (nommé à tort typhus d'Irlande, vu qu'il se rencontre en beaucoup d'autres lieux) avec le typhus proprement dit. Il montre d'une part que le typhus du Val-de-Grâce est aussi semblable au *typhus fever* qu'à la fièvre pétéchiale, et, d'une autre part, que le *typhus fever* ne saurait être distingué du *morbus petechialis* et du typhus de Hildenbrand. C'est ainsi que l'on est inévitablement conduit à cette conclusion, très-nouvelle eu égard aux idées admises aujourd'hui : *Le typhus et le typhus fever sont identiques; ils diffèrent spécifiquement de la fièvre typhoïde.*

Il résulte aussi de la grande majorité des cas observés par M. Godélier, un fait sur lequel on ne saurait trop insister, trop appeler, selon nous, l'attention : c'est la démonstration de la propriété contagieuse du typhus. Le parti de la non-contagion a répandu dans la médecine assez d'opinions inexactes et dangereuses, pour qu'on ne néglige aucune occasion de signaler ses défaites. Le typhus, au Val-de-Grâce, s'est montré contagieux comme dans les camps. Encore un argument de fait à ajouter à la longue liste de ceux qui ont renversé les théories des *non-contagionistes.*

2

Les bains d'acide carbonique.

On connaît depuis assez longtemps les effets énergiques que l'inspiration du gaz acide carbonique produit sur l'économie animale. Ces effets consistent surtout en une sorte d'excitation qui, prolongée, provoque une paralysie générale et peut assez promptement amener la mort. Hallé, Varin et d'autres expérimentateurs ont vu des animaux, plongés dans du gaz carbonique, périr en quelques minutes. Pour apprécier les effets de l'absorption de ce gaz, indépendamment de l'action qu'il exerce quand il est inspiré

par la surface pulmonaire, Collard de Martigny plaça des oiseaux dans des cloches remplies d'acide carbonique, en ayant la précaution de maintenir la tête de l'animal hors de l'atmosphère du gaz : au bout d'une heure, ces oiseaux éprouvaient les symptômes de l'asphyxie et ne tardaient pas à succomber. Des expériences du même genre ont été faites par Landriani, qui, ayant enveloppé le corps d'une poule dans une vessie pleine de gaz carbonique, vit bientôt l'animal frappé d'une paralysie générale.

L'observation des phénomènes produits sur les animaux et sur l'homme dans la célèbre grotte du Chien, près de Naples, a conduit aux mêmes résultats. Dans son *Mémoire sur les eaux minérales de Naples*, publié en 1804, Attumonelli expose en ces termes ce qu'il éprouva en respirant l'atmosphère de cette grotte : « Des larmes coulaient abondamment de mes yeux, et une chaleur mordicante se faisait sentir au visage, même lorsque je tenais la tête dans la vapeur sans respirer. »

C'est la connaissance de cette action énergique du gaz carbonique sur l'économie animale qui a conduit récemment les médecins allemands à l'employer dans le traitement des maladies. Certains faits particuliers avaient commencé d'attirer l'attention des praticiens de l'Allemagne sur les propriétés médicales de l'acide carbonique. Mais ce qui a mis en grande vogue ce moyen thérapeutique, c'est une guérison assez remarquable qui a été produite par cet agent nouveau. Un savant distingué de l'Allemagne, le docteur Struve, prenait les eaux à Marienbad (Bohême) pour une affection douloureuse de la cuisse et de la jambe gauches. Depuis plusieurs années, il ne pouvait marcher sans le secours de béquilles ; les glandes et les vaisseaux lymphatiques de la jambe étaient durs et enflammés. Les eaux de Marienbad laissent dégager de grandes quantités de gaz acide carbonique : M. Struve eut un jour l'idée d'exposer sa jambe malade à l'action

d'un courant de gaz carbonique qui se dégageait d'une de ces sources et formait, à la surface du liquide, une couche de plusieurs décimètres d'épaisseur. Appuyé sur un bâton, et soutenu par son domestique, il parvint à se traîner, avec beaucoup de peine et en éprouvant de vives douleurs, jusqu'à la source. Assis sur le bord du bassin, il laissa pendre sa jambe dans la couche de gaz. La première sensation qu'il éprouva fut un fourmillement et une chaleur agréable qui augmenta peu à peu jusqu'à déterminer une abondante transpiration du membre malade. Lorsqu'il retira son pied du bain de gaz, le docteur Struve fut tout surpris de ne plus ressentir la moindre douleur et même de pouvoir marcher sans le secours de ses béquilles. Il courut annoncer à ses amis l'heureuse nouvelle de cette guérison inattendue. Pendant quelque temps le malade continua l'usage des bains locaux de gaz carbonique, et il partit guéri de Marienbad.

M. Struve a publié lui-même la relation détaillée de sa maladie et de sa guérison, et c'est après la publicité donnée à ce fait, que l'usage des bains d'acide carbonique a pris une assez grande extension dans les établissements d'eaux minérales d'Allemagne.

Il existe aujourd'hui en Allemagne, notamment à Marienbad, Carlsbad, Kissingen, Eger, Nauheim, Canstadt, Meinberg, Cronthal, etc., des établissements spéciaux où le gaz carbonique est administré en bains et en douches, et même par l'inhalation pulmonaire. Le gaz carbonique est employé tantôt pur, tantôt mélangé, en proportions variables, avec de l'air atmosphérique ou du gaz sulfhydrique; on le prend à l'état sec ou mêlé avec de la vapeur d'eau minérale. Les appareils dont on se sert pour l'administration des bains de gaz sont analogues à ceux que l'on emploie pour les bains de vapeur ou les bains sulfureux.

La susceptibilité ou la faculté de recevoir l'impression particulière produite par le gaz carbonique varie suivant

les individus : pour les uns, quelques minutes suffisent pour éprouver une action ; chez d'autres malades, il faut une demi-heure, ou même une heure. Les personnes à la peau blanche et délicate, d'une constitution lymphatique, en ressentent très-promptement les effets.

La première impression que l'on éprouve en pénétrant dans ce gaz, c'est une sensation de chaleur douce et agréable, analogue à celle que produirait un vêtement épais de laine fine. A cette sensation de chaleur succède un picotement, un fourmillement particulier, et plus tard une sorte d'ardeur que l'on a comparée à celle qui est produite par un sinapisme commençant à mordre la peau : les douleurs anciennes, spécialement celles des vieilles blessures, se réveillent, la peau rougit, et il s'établit une transpiration abondante à la surface des parties du corps exposées à l'action du gaz. La sensation de chaleur et la transpiration se maintiennent plusieurs heures après que l'on est sorti du bain.

Dans les premiers moments, les mouvements du cœur ne sont que faiblement accélérés par l'influence du bain de gaz ; mais lorsque la durée du bain se prolonge, on observe une période de surexcitation, le pouls est plein, vif et accéléré ; la chaleur devient brûlante, il y a turgescence et rubéfaction de la peau, céphalalgie, oppression de la poitrine, etc. Prolongé pendant trop longtemps (plusieurs heures), le bain de gaz carbonique détermine un état de stupeur et presque de paralysie ; le sang veineux prend une couleur noire. Mais quand on a pris ce bain dans les conditions convenables, on se sent plus léger et plus dispos. Il est arrivé quelquefois que des malades qui avaient eu beaucoup de peine à se rendre jusqu'à l'établissement des bains ont pu, après avoir pris un bain de gaz carbonique, faire de longues courses.

L'administration du gaz carbonique est facile, commode et agréable pour les malades ; elle n'exige point de prépa-

ratifs particuliers ; on peut prendre ces bains tout habillé, car le gaz traverse facilement les vêtements.

Jusqu'à présent, il n'existe en France aucun établissement consacré à l'administration de bains de gaz carbonique. M. le docteur Herpin, qui a adressé à ce sujet une communication spéciale à l'Académie des sciences, pense néanmoins qu'un grand nombre de nos sources minérales fourniraient des quantités de gaz carbonique qui seraient suffisantes pour former des établissements de bains et de douches de gaz. Ce serait une addition utile et en même temps profitable pour nos thermes.

L'intéressante communication adressée à l'Académie des sciences par M. le docteur Herpin a amené M. Boussingault à faire connaître certains faits du même genre qu'il a eu l'occasion d'observer pendant son voyage en Amérique, et à confirmer ainsi les faits annoncés par ce médecin. Voici comment M. Boussingault fut conduit à constater ces effets.

Le savant voyageur explorait dans la Nouvelle-Grenade, au milieu des Cordillères, un gisement de soufre. Le 30 décembre 1826, il se trouvait pour la première fois près d'une soufrière qui existe dans la vallée de la *Magdalena*, près la petite ville d'Hagué, dans le *Quindiu* (Nouvelle-Grenade). Le gisement de soufre est situé dans une gorge profonde creusée dans un schiste. Près d'un torrent, s'élevait un hangar où se trouvaient tous les ustensiles nécessaires pour la fusion et la purification du soufre. Cette exploitation se faisait dans les nombreuses fissures de la roche : elle avait lieu à ciel ouvert, en raison de l'odeur d'acide sulfhydrique qui se dégageait de ces fissures. Quelquefois elle se faisait par galeries dont la longueur n'atteignait jamais plus de deux mètres, parce qu'une fois engagé dans ses travaux, le mineur était obligé de retenir sa respiration pour échapper à l'influence méphitique du

gaz. On voyait, dans les excavations faites à la surface du sol, des insectes, des serpents, des oiseaux qui avaient été tués par les vapeurs dégagées de la grotte.

Dans le but de recueillir le gaz qui remplissait cette cavité, M. Boussingault porta un tube gradué et un thermomètre dans une ancienne fouille de 1 m, 7 de profondeur. En descendant, et pendant le temps très-court qui fut employé à établir les instruments, l'expérimentateur ressentit une chaleur suffocante qu'il évalua à 40 degrés centigrades, et un picotement très-vif dans les yeux. Un jeune botaniste, mort il y a quelques années victime de son dévouement à la science, M. Goudot, qui accompagnait M. Boussingault dans cette expédition, était resté au bord de la crevasse; il remarqua que son visage était devenu fortement coloré, et qu'au moment de sa sortie il transpirait abondamment. Mais on crut pouvoir attribuer ce premier effet à la gêne de la respiration, et quant à la transpiration, elle paraissait la conséquence toute naturelle de la température du milieu dans lequel l'opérateur avait séjourné.

Après que les instruments eurent demeuré pendant une heure dans l'excavation, dit M. Boussingault, je redescendis pour les retirer. J'éprouvai précisément la même sensation pénible occasionnée par la chaleur, le même picotement dans les yeux; mais quelle ne fut pas ma surprise lorsque je reconnus que le thermomètre indiquait seulement 19°,5. Au même instant, sur un thermomètre exposé à l'air libre et à l'ombre, M. Goudot lisait 22°,2. Ainsi, l'atmosphère dans laquelle, d'après mes dernières sensations, j'avais éprouvé une chaleur accablante, était, en réalité, moins chaude que l'atmosphère extérieure.

Une analyse, faite sur place, a donné pour la composition du gaz que j'avais puisé dans l'excavation :

Acide carbonique...............	95
Air atmosphérique..............	5
Acide sulfhydrique.............	traces.
	100

A peu de distance du lieu où cette première observation avait été faite, je remarquai, continue M. Boussingault, une autre fouille dirigée sur une fissure d'où sortait du gaz acide carbonique. Dans l'espèce de tranchée pratiquée par les *azufreros*, il y avait beaucoup de soufre déposé sur la roche, et sur des feuilles sèches des débris de branches que le vent avait poussées en cet endroit. Lorsqu'on plongeait le bras dans cette cavité, on ressentait une chaleur de 40 degrés. Cependant, au fond de la tranchée, la température ne dépassait pas 18°,2, tandis qu'à l'air libre et à l'ombre, un thermomètre indiquait 23°,3.

A 30 ou 40 mètres plus haut, sur un point où la roche n'a plus le brillant du graphite, elle est en couches verticales, et ses feuillets sont contournés autour de nombreux nodules de quartz blanc. La crevasse où j'étais parvenu est ouverte dans le plan de la stratification du schiste ; elle avait alors 1 mètre de hauteur, 0^{m},65 de largeur, et 2^{m},6 de profondeur. En pénétrant par cette étroite ouverture, j'eus la même sensation de chaleur, le même picotement dans les yeux que j'avais éprouvés dans la première excavation ; l'effet était même plus prononcé lorsque l'on tenait seulement la partie inférieure du corps dans la crevasse ; on s'imagine alors prendre un bain d'air chauffé à 45 ou 48 degrés. Mais je ne ressentis pas, et M. Goudot ne ressentit pas davantage cette sorte d'ardeur que M. Herpin compare à celle qui accompagne les désagréables commencements d'un sinapisme. Peut-être le bain n'avait-il pas été suffisamment prolongé ; peut-être aussi, et c'est là le plus probable, que la vie des forêts et des Cordillères, que les habitudes que l'on contracte en résidant au milieu d'un monde très-intéressant sans doute, mais chez lequel le vêtement le plus indispensable est considéré comme un objet de luxe, font perdre à la peau une partie de sa sensibilité.

Le 26 mai 1826, nous dit enfin M. Boussingault, j'étais de nouveau à l'azufral. Dans deux des excavations que n'avaient pas bouleversées les travaux des mineurs, le thermomètre marqua 18°,3 et 19°,4, la température de l'air étant de 20 degrés. Pour arriver à la soufrière, j'avais été obligé de traverser, non sans peine, le torrent de l'étroite vallée ; les eaux, très-hautes en ce moment, étaient à 14 degrés, température relativement froide si on la rapporte à celle de la vallée de la Magdalena (27 à 28 degrés), que je venais de parcourir. En sortant du torrent, je m'empressai de me réchauffer en prenant

un bain froid de gaz acide carbonique ; j'en éprouvai l'effet le plus agréable.

En janvier 1830, je retournai à l'azufral du Quindiu pour en faire une étude toute spéciale au point de vue géologique. Après une heureuse tentative qui néanmoins exigea huit jours de pénibles efforts, j'eus le bonheur d'atteindre les neiges éternelles du pic de Tolina, et de constater que le volcan qu'elles recouvrent est encore en pleine activité.... Près du volcan, j'ai observé une production très-abondante de soufre que les azufreros se sont empressés d'exploiter, circonstance heureuse en ce qu'elle a mis les ouvriers à l'abri des inconvénients graves qui paraissent les assaillir lorsqu'ils travaillent dans une atmosphère de gaz acide carbonique. En effet, les azufreros du Quindiu m'ont assuré qu'ils finissent, pour la plupart, par éprouver un affaiblissement des organes de la vue, qui, chez quelques-uns, va jusqu'à la cécité. J'ai, en effet, rencontré plusieurs aveugles parmi les anciens mineurs de l'azufral de Quindiu.

Les faits constatés par M. Boussingault, pendant ce petit épisode de son voyage, confirment les résultats annoncés par M. le docteur Herpin d'après les médecins de l'Allemagne. Il est probable qu'avant peu nos établissements thermaux essayeront de mettre en pratique le nouvel agent thérapeutique en usage chez nos voisins, et que l'expérience clinique permettra de prononcer, parmi nous, sur l'efficacité de ce mode d'emploi de nos ressources minérales.

3

Sur l'accouchement posthume. — Explication de ce fait par l'état de mort apparente. — Exemples d'accouchement pendant la mort apparente. Fait rapporté par Valère Maxime. — La baronne d'Armfeld.— Cas observé par Rigaudeaux. — La maison mortuaire de Würtzbourg.

Les journaux ont raconté, au mois de février 1856, le fait relatif à une jeune femme du faubourg du Temple, morte des suites d'une fièvre typhoïde, et qui aurait ac-

couché dans son cercueil. A cette occasion, la *Gazette hebdomadaire de médecine et de chirurgie* a posé la question suivante : Est-il possible qu'une morte accouche vingt, vingt-quatre ou trente heures après le décès?

Le savant rédacteur de la *Gazette hebdomadaire*, M. le docteur Dechambre, n'accepte l'action expulsive de la matrice que pendant une demi-heure tout au plus après la mort. Après vingt ou trente heures, les dernières lueurs de la vie organique étant complétement éteintes, l'accouchement ne saurait s'expliquer, selon lui, que par une pression exercée sur l'utérus par des gaz putrides développés dans l'abdomen. C'est de cette manière que M. Dechambre explique le fait de la rue du Temple, qui ne se rapportait pas d'ailleurs à un véritable accouchement, mais à la simple expulsion d'un fœtus de quatre mois, c'est-à-dire à une fausse couche.

Nous n'hésitons pas à nous ranger à l'opinion de M. Dechambre, en ce qui concerne l'événement qui a été rapporté par les journaux, et qui a circulé dans la ville en y occasionnant une lugubre impression. Il est certain, d'après des informations exactes, que la jeune femme dont il a été question, et qui demeurait au n° 65 du faubourg du Temple, succombant à une fièvre typhoïde, avait accouché, pendant l'agonie, d'un fœtus de quatre mois. Pendant l'exposition du cadavre, par suite des mouvements qui lui avaient été imprimés ou par l'effet du transport, du sang s'est échappé du cercueil et a coulé sur le sol. C'est l'observation de cette circonstance qui a fait naître parmi les voisins, et de là dans tout le public, l'idée erronée que cette femme aurait accouché après sa mort. C'est évidemment au dégagement des gaz putrides formés dans l'abdomen, qu'était dû cet épanchement de sang; les conclusions que le public mal renseigné a tirées de cette circonstance étaient donc mal fondées.

Mais si le fait de la rue du Temple, informations prises, s'est réduit à des proportions fort simples, il n'en est pas moins certain, par diverses observations irrécusables consignées dans les recueils scientifiques, que des faits de ce genre ont été observés, et que des femmes réputées en état de mort complète ont accouché dans leur cercueil. Comment donner une explication d'un résultat si extraordinaire?

L'état de mort apparente dans lequel la mère était plongée peut seul expliquer, selon nous, cette étonnante parturition. Dans son curieux ouvrage sur *la Mort apparente et les enterrements précipités*, publié en 1851, M. le docteur Maximilien Kaufmann rapporte quelques exemples qui prouvent que la mort apparente a duré quelquefois une semaine. Rien n'est plus facile dès lors que d'expliquer un accouchement après la mort de la mère, c'est-à-dire l'accouchement d'une femme en état de mort apparente. M. Kaufmann soutient même que les femmes enceintes, surtout lorsqu'elles ont un tempérament nerveux, sont plus facilement exposées à ce genre de catalepsie léthargique.

L'ouvrage de M. Kaufmann renferme les détails de quelques cas de parturition opérée pendant l'état de mort apparente. L'auteur cite d'abord un curieux passage de Valère Maxime. L'historien latin, après avoir raconté l'histoire d'une dame romaine enceinte, qui devint mère pendant ses funérailles, s'écrie: *Ainsi, une mère accoucha après sa mort, et un enfant fut porté au tombeau avant sa naissance!*

Voici deux cas fort remarquables d'accouchement pendant la mort apparente, que nous trouvons dans l'intéressant ouvrage de M. Kaufmann[1]:

M. Hildebrand était un des plus riches habitants de la Suède; il possédait dans ce pays les forges de Bystadt.

1. *De la mort apparente et des enterrements précipités*, par le docteur Maximilien Kaufmann; 1 vol. in-18.

Dans le voisinage de sa demeure se trouvait l'église avec 'habitation du bedeau.

En rentrant un soir chez lui, ce dernier entendit sortir le l'église des gémissements et des lamentations qui semblaient venir de dessous terre. Rendu peureux dès sa eunesse par les préjugés de son éducation, le bedeau ne ut réfléchir avec calme sur l'origine naturelle de ces sons. 'erdant la tête, il courut communiquer cette nouvelle aux abitants de son logis. Ces derniers, un peu plus coura-eux que lui, osèrent, d'un pas prudent, s'avancer vers lieu d'où partaient les cris, et ils purent entendre ces ots, proférés d'une voix faible : « Dieu! Pitié! pitié! » Prenant cette voix pour celle d'une âme errante qui ve-it se rappeler au souvenir des vivants, ils se sauvèrent toutes jambes, pour ne pas être témoins de la scène rayante qu'ils redoutaient. Ils rentrèrent chez eux cou-rts de sueur, se hâtèrent de se mettre au lit et de se ttir sous leurs couvertures, où ils ne manquèrent pas rêver diables et fantômes, sans se douter que leur stu-le superstition les rendait eux-mêmes aussi cruels que plus mauvais génies.

En effet, le lendemain matin, le bedeau, en entrant dans glise, fut témoin d'un spectacle affreux : une femme, rte en couche, nageait dans son sang, tenant un enfant t serré entre ses bras.

'oici ce qui s'était passé.

a fille de M. Hildebrand, mariée au baron d'Armfeld, it désiré faire ses couches à la maison de campagne de père, près de Bystadt; mais elle y succomba, épuisée atigue, avant que l'accouchement fût terminé. Ce-lant, la mort n'était qu'apparente, car l'état de cette rtunée n'était qu'une syncope continue avec privation lue du sentiment. La croyant morte, on l'avait déposée ; le caveau de famille, près du maître autel. Mais pen-la nuit, avec le retour de la sensibilité et de la con-

science, étaient aussi revenues les douleurs de la parturition. Elle accoucha dans le cercueil, et la malheureuse mère n'avait personne auprès d'elle pour la secourir. Dans son désespoir, elle avait eu la force de repousser le couvercle de la bière; mais malgré ses cris, elle resta, ainsi que son enfant, dans le plus cruel abandon. Le bedeau avait entendu ses plaintes; mais, comme nous l'avons dit, lui et les siens s'étaient enfuis épouvantés, et la malheureuse mère n'avait trouvé que dans la mort le terme de ses souffrances.

Le fait suivant a été observé par Rigaudeaux, célèbre médecin-accoucheur du dernier siècle.

Vers cinq heures du matin, Rigaudeaux est appelé pour accoucher une femme aux environs de Douai. Il ne peut s'y rendre qu'à huit heures et demie. On lui apprend, à son arrivée, que l'accouchée est morte depuis deux heures. La veille, vers les quatre heures, cette femme avait commencé à sentir les douleurs de l'enfantement. Pendant la nuit, la violence des douleurs lui avait causé des faiblesses et des convulsions, et, à six heures du matin, un état spasmodique des plus violents avait anéanti ce qui restait de forces à cette malheureuse. On avait cherché dans le voisinage un chirurgien pour pratiquer l'opération césarienne; mais n'en ayant pas trouvé, on avait dû renoncer à ce moyen. Quand Rigaudeaux se présenta, la femme était déjà ensevelie. Il demanda pourtant à la voir. Rigaudeaux lui tâte le pouls au bras, au-dessous des clavicules; il palpe le cœur sans sentir de battements. Il présente un miroir à la bouche: la glace n'est pas ternie. Un heureux pressentiment l'engage à pousser l'examen plus loin. La poche des eaux n'était pas percée: il la déchire et sent la tête de l'enfant dans une bonne position. Il reconnaît que l'enfant ne donne pas signe de vie; néanmoins, il termine l'accouchement.

Rigaudeaux confie le nouveau-né à des femmes, qui

npressent de le réchauffer et de le frotter avec du vin
ud. Après trois heures de soins assidus sans résultats,
allait l'abandonner, lorsque l'une des personnes pré-
tes s'écrie qu'elle a vu l'enfant ouvrir la bouche. On
louble d'efforts, et, peu de temps après, l'enfant jette
cris aussi forts que s'il fût né heureusement.

Encouragé par un résultat si heureux, Rigaudeaux veut
nouveau visiter la mère, que l'on avait ensevelie. On ôte
seconde fois l'appareil funèbre; il la croit morte
nme auparavant : il est surpris néanmoins qu'après
t heures de mort les membres conservent encore leur
plesse. Rigaudeaux repart pour Douai, mais en recom-
ndant de ne procéder à l'inhumation que lorsque les
nbres de la morte auraient acquis une rigidité bien pro-
cée. Il prescrit aussi de lui frapper de temps en temps
reux des mains, de lui frotter le nez, les yeux, le visage
du vinaigre, et de la tenir dans son lit. Deux heures
soins ressuscitèrent cette femme, si bien que, le 10 août
8, la mère et l'enfant étaient tous deux en vie. Toute-
, la mère resta paralytique, sourde et presque muette.

a *Gazette hebdomadaire de médecine* a rapporté, en 1855,
autre exemple d'accouchement pendant la mort appa-
e.

e 1er avril 1854, à quatre heures de l'après-midi, on
sa dans la maison mortuaire de Würtzbourg le cada-
d'une femme âgée de quarante-cinq ans. Cette femme,
inte depuis le mois de novembre 1853, avait déjà perçu
ouvement du fœtus. Elle avait succombé dans un accès
uffocation, le 31 mars 1854, à quatre heures du
n, à la suite d'une maladie inflammatoire de la poitrine.
écès avait été légalement constaté. Depuis la mort
u'au moment de sa translation à la maison mortuaire,
rps était resté dans une chambre chauffée, couvert
drap de lit.

2 avril au matin, quelques heures avant l'inhumation,

les deux fossoyeurs, au moment d'accomplir leur funèbre office, regardèrent le cadavre, et quel fut leur étonnement lorsqu'ils virent sur la planche inférieure du cercueil, couché près du cadavre, un fœtus du sexe féminin, dont les bras étaient étendus et qui tenait encore à la mère par le cordon !

Le docteur Meyer fut alors appelé; il ne put constater aucun signe de décomposition putride dans le corps de la personne qui allait être inhumée. Il fut donc sursis à l'enterrement. Toutefois, dans l'après-midi du même jour, des signes putrides s'étant révélés, qui annonçaient la mort d'une manière positive, on fit l'autopsie du corps.

D'après l'inspection cadavérique, la mort ne pouvait remonter, selon le docteur Meyer, à cinquante-neuf heures; elle paraissait, au contraire, avoir eu lieu bien plus tard. Pendant son accouchement ou plutôt son avortement à la maison mortuaire de Würtzbourg, cette femme n'était donc pas morte; elle se trouvait seulement dans un état de syncope ou de mort apparente. Les membranes se rompirent sans doute pendant les derniers accès de suffocation. L'enfant n'avait pas respiré, mais, d'après sa position, il avait dû exécuter quelques mouvements.

Dans les trois faits que nous venons de rapporter, il est établi d'une manière incontestable que c'est pendant l'état de mort apparente que la parturition s'est opérée. On peut donc, en généralisant ces observations, émettre hardiment cette assertion, que toutes les femmes qui sont devenues mères après leur décès n'ont accouché que pendant un état de mort apparente, et qu'elles ont passé ensuite de celle-ci à la mort réelle. Il est évidemment impossible que la matrice puisse se contracter après la mort réelle ; mais cet organe, comme plusieurs autres organes de la vie intérieure, peut parfaitement exercer des mouvements contractiles pendant la mort apparente. Il est bien

abli, en effet, que, dans cet état extraordinaire qui con-itue la mort apparente, la vie est refoulée dans les or-nes les plus profonds. L'individu ne sent plus et n'aper-it plus les objets qui l'entourent; il ne réagit plus sur impressions extérieures, et ne se meut plus volon-irement : mais les actes de la vie *organique*, certaines actions, et les contractions musculaires, peuvent persis-, et c'est même là un des caractères de la mort apparente, l'on s'en rapporte aux auteurs qui ont écrit sur cet im-rtant sujet.

4

oduction artificielle de l'urée : confirmation des vues physiologiques de la chimie moderne.

Introduite dans l'étude des actes qui s'opèrent chez animaux et les plantes, la chimie a éclairé des plus es lumières le mécanisme de leurs fonctions. La nu-tion et les sécrétions principales ont été comprises expliquées depuis que les chimistes en ont fait l'objet leurs observations et de leurs recherches. De toutes fonctions de l'économie animale, la respiration est, is aucun doute, celle qui a reçu de la chimie l'ex-cation la plus satisfaisante, à la fois dans son prin-e général et dans ses détails. On sait aujourd'hui, ice aux travaux de Lavoisier, poursuivis et complétés r ceux de MM. Dumas et Liebig, que la respiration n'est 'une lente et incessante combustion des éléments du corps animaux par l'oxygène atmosphérique inspiré. On t, à n'en point douter, que l'économie n'est qu'un ste foyer d'oxydation. Tout ce qui s'introduit dans nos ganes doit subir l'action de l'oxygène, qui circule con-uellement dans l'intimité de nos appareils organiques: isi, tout ce qui s'échappe, tout ce qui est rejeté de l'éco-

nomie, n'est-il autre chose que les résidus ou les produits de la combustion qui s'opère dans l'intimité de nos tissus.

L'acide carbonique, qui se dégage du corps des animaux pendant l'expiration pulmonaire, est le produit principal et définitif de l'incessante combustion qui s'accomplit dans l'économie vivante. L'urée, matière solide qui, dissoute dans l'eau, constitue, avec quelques sels minéraux, l'élément essentiel de l'urine, est un autre résultat de cette oxydation opérée dans nos organes. Ces deux produits ont donc la même destination finale : seulement, l'un, l'acide carbonique, se dégage par les poumons; l'autre, l'urée, s'échappe au dehors par la voie de la sécrétion urinaire.

Cette explication de l'origine et de la destination physiologique de l'urée n'avait pu être considérée, jusqu'à ces derniers temps, que comme une vue théorique. Elle s'appuyait sur des considérations bien suffisantes, sans doute, pour se faire accepter, mais elle n'avait pas encore reçu de démonstration expérimentale directe. Cette confirmation vient d'être très-heureusement mise au jour par un chimiste de l'école de Strasbourg, par M. Béchamp, professeur à l'École de pharmacie de cette ville.

M. Béchamp vient, en effet, de prouver que l'urée dérive de substances albuminoïdes, et que l'albumine peut être directement transformée en urée au moyen de la combustion lente produite par le permanganate de potasse.

Pour déterminer la formation de l'urée avec les matières albuminoïdes sous l'influence d'un corps oxydant, M. Béchamp dissout 10 grammes d'albumine sèche dans trente fois son poids d'eau, et il y ajoute peu à peu 75 grammes de permanganate de potasse. On chauffe à la température de 40 degrés, et de temps en temps on sature la liqueur par l'acide sulfurique étendu, mais en la maintenant constamment un peu alcaline. On filtre ensuite, et l'on sature exactement le liquide par l'acide

furique étendu. On évapore la dissolution au bain-rie, on y ajoute ensuite de l'alcool concentré. La solution alcoolique est à son tour évaporée en con-:ance de miel, et reprise à chaud par l'alcool absolu. dernier liquide, évaporé, laisse un résidu qui renferme ;'urée. En effet, ce résidu, traité à chaud par la po-;e caustique, dégage de l'ammoniaque; il produit un agement d'azote et d'acide carbonique sous l'influence nitrate de protoxyde de mercure; enfin, l'acide azo-.e, ajouté, donne naissance à des cristaux d'azotate ·ée, signe certain de la présence de cette matière. 3échamp a, d'ailleurs, retiré l'urée de ce dernier pro-, ce qui ne laisse aucun doute sur sa formation dans éaction que nous venons de faire connaître. Nous terons que M. Béchamp a obtenu, avec la fibrine du ; et avec le gluten, les mêmes résultats qu'avec l'al-ine : il a pu transformer ces deux produits en urée.

expérience avait déjà appris aux chimistes que l'urée prendre naissance par la décomposition de différentes tances; mais personne n'avait encore établi que l'albu- peut, par une oxydation directe, se transformer en Là est la véritable importance de la découverte de échamp. Elle démontre que les substances albumi-;s peuvent directement se changer en urée. Cette formation, qui s'opère si aisément dans nos verres à fs, au moyen d'un corps oxydant, peut évidemment :uter aussi dans l'économie vivante, au moyen de ;ène atmosphérique. Ainsi, la théorie générale des stes, sur le phénomène de la respiration, est pleine-confirmée. L'urée est donc, comme l'acide carboni- un produit d'oxydation formé dans le sang par n lente et continue de l'oxygène atmosphérique : nent, tandis que ce dernier produit, à l'état de gaz, ;age hors de l'économie par les poumons, l'urée s'en pe, à l'état de substance dissoute, par les reins et

l'appareil urinaire. Dans quelques cas seulement l'urée peut être remplacée dans cette excrétion par des produits représentant une combustion moins avancée.

Nous venons de dire que la chimie était déjà en possession de plusieurs moyens de préparer artificiellement l'urée à l'aide de diverses substances organiques azotées. L'urée est, en effet, la première substance de l'économie animale que l'on ait réussi à fabriquer artificiellement dans les laboratoires. Le chimiste Vöhler est l'auteur de cette belle observation, qui remonte à l'année 1828. M. Vöhler a découvert que le cyanate d'ammoniaque se transforme en urée quand on expose ce sel à l'action du calorique. Le cyanate d'ammoniaque et l'urée ont tous deux la même composition chimique; par la seule action de la chaleur, on provoque entre les éléments du cyanate d'ammoniaque une rupture d'équilibre moléculaire qui fait passer ce composé à l'état d'urée. La préparation de l'urée au moyen du cyanate d'ammoniaque est un procédé auquel on a fréquemment recours dans les laboratoires pour obtenir ce produit.

On obtient encore facilement l'urée en abandonnant à elle-même une solution du gaz cyanogène dans l'eau. La liqueur s'altère bientôt, elle se trouble, et on trouve de l'urée parmi les divers produits auxquels cette décomposition a donné naissance. L'*uréthane* se transforme, à la température de 180 degrés, en urée, par l'action d'un excès d'ammoniaque. Si on met l'acide chloroxycarbonique en contact avec l'ammoniaque, on obtient un mélange de diverses substances parmi lesquelles existe l'urée. On a constaté également que la créatine et l'acide urique se transforment très-facilement, en dehors de l'organisme, en urée et en d'autres composés. M. Williamson, conduit par des considérations théoriques, a converti l'oxamide en urée au moyen du bioxyde de mercure. M. Liebig a obtenu de l'urée et de l'acide oxalique avec l'acide oxalu-

que soumis à une ébullition prolongée. Il se forme encore ı l'urée lorsqu'on fait passer de l'oxamide à travers un be chauffé au rouge. L'acide urique et la plupart des dé- rés de cet acide donnent de l'urée sous l'influence de vers agents d'oxydation, tels que l'acide azotique, le rmanganate de potasse, le bioxyde de plomb, le bichro- ate de potasse, etc. Enfin, on a obtenu artificiellement l'urée en décomposant le fulminate de cuivre ammonia- l par l'hydrogène sulfuré.

Ainsi, dans un grand nombre de cas, on avait vu se oduire artificiellement la substance dont nous parlons. s différentes transformations donnaient lieu d'espérer e l'albumine pourrait être amenée à subir la même mo- ication chimique. A M. Béchamp revient le mérite d'a- ir réalisé cette réaction, qui confirme si bien les vues ioriques de la chimie moderne.

En même temps que M. Béchamp faisait l'observation éressante que nous venons de rapporter, un autre expé- nentateur de Strasbourg, M. le docteur Picard, par- nait à établir rigoureusement cet autre fait bien impor- ıt : que l'urée est éliminée du sang par les reins, et n sécrétée par cet organe. En précipitant l'urée par le rate de mercure, on parvient à séparer du sang les ıs légères traces d'urée. En employant ce moyen d'ana- e, M. Picard a pu comparer, sous le rapport de leur eur en urée, le sang artériel et le sang veineux. Le sang l'artère rénale d'un chien lui a donné 0,0365 pour 100 rée, lorsque la veine rénale n'en fournissait que 0,0186 ır 100, c'est-à-dire moitié moins. Il a vu aussi que z l'homme, le sang artériel, qui passe en vingt-quatre ıres dans les reins, abandonnait environ 28 grammes rée ; et que la quantité d'urée contenue dans les urines sujets soumis à l'expérience variait de 27 à 28 grammes; ıc la quantité d'urée perdue pendant le trajet à travers

les reins correspond à la quantité d'urée rendue par les urines : ainsi les reins ne fabriquent pas l'urée, ils se bornent à l'éliminer.

Ce fait, que l'urée est simplement séparée du sang par les reins, et qu'elle n'est pas le produit d'une sécrétion véritable, est depuis bien longtemps admis en physiologie ; il a été observé, pour la première fois, il y a trente-cinq ans, par M. Dumas. Ce fut là le premier travail qui fit connaître dans la science un nom destiné à y briller d'un si vif éclat. MM. Prévost et Dumas constatèrent, en 1821, que l'urée s'accumule, en proportion notable, dans le sang des animaux auxquels on a fait l'ablation des reins. Dans une de leurs expériences, 150 grammes de sang d'un chien qui avait vécu pendant deux jours sans reins donnèrent plus de 1 gramme d'urée. Plus tard, Vauquelin, MM. Ségalas, Mitscherlich et Marchand, sont arrivés aux mêmes résultats. Ce dernier observateur a retiré 2 grammes d'urée de 400 grammes de sang, après avoir fait la ligature des nerfs et des vaisseaux du rein sur un mouton. L'observation de M. Picard n'est donc pas nouvelle, mais elle confirme, par des évaluations positives, un fait qu'il est bien important de ne pas oublier.

5

Recherches expérimentales sur la cause des battements du cœur, par M. Hiffelsheim.

Nous venons de voir qu'en prêtant son concours à la physiologie, la chimie a permis de résoudre les questions qui se rattachent à la fonction respiratoire. Nous allons montrer maintenant, à l'occasion d'un travail récent de physiologie, comment, à l'aide de la physique, science plus simple et par conséquent susceptible d'applications plus rigoureuses, on est parvenu à éclaircir la fonction

olidaire de la respiration : nous voulons parler de la *cir-ulation du sang.*

A part ses causes premières, qu'il faut chercher dans s sources mêmes de la vie, la circulation nous apparaît mme celle de toutes les fonctions dont les actes mécani-ies se prêtent le plus aisément à une appréciation numé-que exacte. Aussi les anciens physiologistes ont-ils tenté, bonne heure, d'approfondir le mécanisme de cette fonc-on par l'application directe des théories de l'hydraulique des lois que l'on possédait à cette époque sur cette partie la physique. La circulation fut soumise, pendant le cle dernier, à une série de calculs empruntés à la mé-ique pure : on calcula la vitesse de la marche du sang ns les vaisseaux, comme s'il se fût agi du simple écou-ient de l'eau dans une rivière.

Mais ce qui caractérise l'esprit des travaux scientifiques dernes, c'est l'analyse, c'est la minutieuse division des estions complexes pour les réduire à leur expression la s simple. Les expérimentateurs de nos jours s'efforcent suivre le grand précepte de Descartes : *Diviser cha-e des difficultés en autant de parcelles qu'il se pourrait, ommencer par les objets les plus simples et les plus aisés à naître, pour remonter à la connaissance des plus com-s.* Quand il s'agit de physiologie, le fait le plus sim-en apparence, présente, en réalité, un haut degré de plication. Ainsi, dans le cas dont nous parlons, le sang coule dans son cercle clos agit sur les parois solides le contiennent, et à leur tour ces parois agissent -mêmes sur le sang qui les presse. Ces diverses es, ces divers effets, ces actions et ces réactions, se ifestent simultanément, en produisant le *pouls*, le *bat-nt* et les *bruits du cœur*. C'est cet ensemble de phéno-es complexes qu'il s'agit de pénétrer et d'expliquer ine analyse rigoureuse.

a cherché, de nos jours, en ce qui concerne la cir-

culation, à élucider par la voie expérimentale quelques-unes de ces « parcelles » dont parle Descartes. Mais jusqu'ici, on peut le dire, on a négligé « l'énumération complète » de tous les éléments que la question renferme. Les résultats ainsi obtenus étaient contestables; aussi ont-ils été contestés, et de là de nouvelles ténèbres répandues sur cette question. La vie repose, en effet, sur des conditions très-multiples. Pour interpréter le moindre de ses actes, il faut étudier toutes ses conditions et embrasser leur ensemble : alors seulement, on peut avoir l'espoir légitime d'ajouter une pierre à l'édifice, éternellement inachevé, de la science de la vie.

Un jeune physiologiste, familiarisé avec l'étude des sciences physiques, a entrepris, depuis plusieurs années, cette longue et patiente étude du phénomène de la circulation. Il s'est occupé surtout de recherches sur la cause des mouvements du cœur, et il a lu sur ce sujet, au mois d'octobre 1856, un nouveau mémoire à l'Académie des sciences. L'exposé des recherches de M. le docteur Hiffelsheim sur la cause des battements de cœur, à part l'intérêt que tout le monde peut y attacher, nous donnera l'exemple d'une méthode et de procédés que l'on voit trop rarement mis en usage en médecine.

Précisons bien d'abord le point de physiologie qu'il s'agit d'éclaircir.

Lorsque, chez l'homme et chez beaucoup d'animaux, on applique la main sur le côté gauche de la poitrine, on perçoit un choc d'une intensité variable. Chez les personnes atteintes de palpitations, ce choc est bien plus prononcé. Cette exagération des mouvements normaux du cœur provient, tantôt du cœur seul, tantôt de l'influence des nerfs et du sang, tantôt de lésions des gros vaisseaux. Les émotions arrêtent les battements du cœur chez quelques personnes, et les activent chez la plupart. Mais en général,

, émotions fortes, surtout chez la femme, arrêtent les
ttements de cet organe, qui est alors paralysé, stupéfié,
ıcé : de là la *syncope* ou évanouissement.

La promptitude, la constance avec laquelle les émotions
issent sur les battements du cœur, firent penser à Bi-
ıt que les passions siégeaient dans cet *organe musculeux*
reux que l'on nomme cœur. Cette idée était bien ancienne,
ɔn la trouve encore, au sens figuré, dans la bouche de
.t le monde, bien qu'il soit hors de doute que le cerveau
l'intermédiaire obligé de tout ce qui est action, senti-
nt ou pensée. On peut, par divers moyens, ralentir les
tements du cœur : tel est l'effet de l'administration de
ɔoudre de digitale ou de la *digitaline;* on peut aussi les
ver : telle est l'action qu'exerce le quinquina, comme
si les divers stimulants, les *cordiaux* (du mot latin *cor,*
lis, cœur).

i l'on applique l'oreille sur la poitrine, au niveau du
r, on sent qu'elle est soulevée par l'impulsion de cet
ıne; en même temps, on perçoit des bruits, des tons
iculiers, dont la signification est extrêmement impor-
e à connaître, car, dans de nombreuses maladies, ces
ts sont modifiés de mille manières. Skoda, médecin de
ne, et avec lui la plupart des médecins allemands, ad-
ent que, dans les maladies, on retrouve toujours les
s ou les tons ordinaires qui sont propres au cœur en
le santé, mais avec accompagnement de tons acces-
s ou morbides. Les médecins français professent, au
aire, que, dans l'état de maladie, les tons ordinaires
ruits du cœur sont entièrement modifiés; qu'ils le
en étendue, en durée, en hauteur. Ces bruits sont
uefois si singulièrement transformés qu'on en a fait
t des comparaisons les plus étranges. On les a assi-
au miaulement, au jappement, au sifflement, au chant
ucou, au murmure d'un insecte, etc.; on a encore
des *bruits de frôlement*, de *scie*, de *tempête*, etc.

Mais d'où viennent ces bruits? Et, remarquons-le bien, connaître exactement l'origine des bruits normaux et anormaux du cœur, ce serait connaître le genre des maladies auxquelles ces bruits se rapportent; ce serait voir, en quelque sórte, l'organe à travers les parois du corps, par la double vue de la science inductive.

La circulation du sang, à l'intérieur des quatre cavités du cœur, s'exécute au moyen de sortes de soupapes membraneuses, nommées *valvules*. Des médecins éminents attribuent la cause des bruits du cœur au claquement de ces valvules pendant le passage du sang : quand le jeu des valvules est entravé, il apparaît, selon eux, des bruits morbides. Des cliniciens célèbres ont cru démontrer suffisamment la certitude de cette théorie physiologique, en faisant claquer sous l'eau une double bande de cuir mince. Ce bagage de physique expérimentale n'était pas lourd, comme on le voit : il a contenté pourtant des personnes plus exigeantes d'habitude.

Cette théorie a introduit dans la médecine pratique des résultats bien confus : beaucoup de cliniciens l'admettent, beaucoup l'ont rejetée. Magendie pensait que c'était le choc du cœur contre les parois de la poitrine qui donnait lieu aux bruits. D'autres physiologistes les attribuent à la marche du liquide dans l'intérieur des cavités du cœur. C'est encore là, on peut le dire, la bouteille à l'encre de la pathologie. De cette divergence d'opinions, il est résulté que l'on ne sait pas encore avec certitude à quel phénomène morbide on doit rattacher un bruit anormal du cœur. Et pourtant, des hommes du plus rare mérite ont consacré vingt-cinq ans de leur carrière médicale à observer ces phénomènes au lit du malade! Mais n'oublions pas que l'observation clinique n'est qu'un élément de certitude; rappelons-nous, à ce propos, le conseil de Descartes, qui recommande avant tout l'analyse de toutes les « parcelles » d'une question, et qui prescrit de commen-

r par étudier celles qui sont le plus aisément suscep- ıles d'une solution rigoureuse. Cette simplicité n'existe s évidemment dans le cas des observations faites au lit malade.

A ce grand précepte du philosophe M. Hiffelsheim s'est ;ement conformé. Il a pensé que, dans tout phénomène 'ant, et *a fortiori* dans la circulation, l'accomplissement ; actes d'un appareil organique repose sur une série de ıditions qui, de la simplicité de la physique, s'élèvent :cessivement à la hauteur de la vie elle-même. Il a su ter l'étrange méthode de recherches scientifiques de voisins d'outre-Rhin, qui consiste à partir du point le s élevé d'une métaphysique plus ou moins nuageuse, appliquer ensuite à la vérification de cette conception ıle les nombres, les mesures et les déterminations les ; minutieuses. Étrange système qui va chercher dans ıues les causes essentielles d'un phénomène, et pré- l vérifier ultérieurement par des chiffres cette doctrine ginaire !

. Hiffelsheim a fait le raisonnement fort simple qui va re, et que dictait d'avance l'application des lois de la ;ique : Le sang, en sortant par les deux orifices du :, avec une pression énorme (un quart d'atmosphère), déterminer une réaction physique de recul sur la i de cet organe diamétralement opposée à ces orifices ; uisqu'il y a deux orifices pour les deux cœurs réunis xistent dans les mammifères, c'est suivant la diago- du parallélogramme de ces deux forces que doit se ıire l'effet de recul.

e la pression exercée par la sortie du sang soit ca- d'entraîner le cœur, ce n'est pas même là une ques- poser. Jusqu'à quel degré le cœur peut être entraîné ·tte impulsion, c'est un point que l'anatomie a fixé ıce. Le poumon est élastique, les parois de la poi- le sont également ; ajoutez à cela les changements

considérables de forme et de volume qu'éprouve le cœur, et vous comprendrez comment l'auteur a pu établir que c'est par l'effet d'un véritable recul que le cœur frappe la paroi thoracique.

Le cœur bat parce qu'il recule ; voilà la formule, voilà le théorème de M. Hiffelsheim. On ne peut nier que cette formule ne soit concise et absolue. Peut-être même l'est-ellé trop ; mais, en définitive, mieux vaut un système que l'anarchie scientifique.

Le recul des corps à parois fixes par l'effet de réaction que détermine la sortie d'un fluide, était déjà péremptoirement établi : il suffit de rappeler le recul du fusil des chasseurs. Mais le théorème de M. Hiffelsheim étend ce principe aux corps élastiques. Pour arriver à vérifier ce fait dans ce cas nouveau, M. Hiffelsheim a construit un cœur artificiel.

Cet appareil se compose d'une poche en caoutchouc, montée sur un ressort d'acier qui doit faire fonction de *dynamomètre.* Ces poches de caoutchouc ressemblent donc au cœur du poisson, cœur simple et qui consiste en une cavité principale et deux orifices, l'un pour l'entrée, l'autre pour la sortie du sang. Par l'orifice d'entrée, on remplit d'eau cette poche en caoutchouc, de manière à la surdistendre par le liquide. L'orifice de sortie se trouve saisi entre les deux branches d'un ressort, qui doivent s'écarter immédiatement si l'on vient à couper, et mieux à brûler, le fil qui les maintenait très-énergiquement unies. Or, M. Hiffelsheim a constaté, par de nombreuses expériences, que le liquide qui s'échappe à ce moment par la puissance mécanique, artificiellement produite dans les parois de cette poche de caoutchouc, détermine aussitôt la réaction du recul.

La première expérience au moyen de ce curieux appareil fut exécutée au Collége de France, avec le concours de M. Silbermann, chef des travaux du laboratoire de

[. Regnault. La poche étant scellée sur un pendule balisque, le pendule exécuta, sous l'influence de cette force ıotrice, une excursion subite et très-forte.

Mais, remarquons-le, le sang, en sortant du cœur, ne rend pas dans un espace libre ; il circule dans des caıux fermés de toutes parts, qui renferment un liquide en *ouvement*, soumis lui-même à une pression considérable. fallait donc, pour se conformer à ce qui existe dans la ıture, ajouter d'autres pièces à l'appareil. L'auteur fit nstruire un vaisseau en caoutchouc, fort analogue à rtère aorte, c'est-à-dire au gros vaisseau partant du ur, qui sert à distribuer le sang dans toute l'économie. t appareil était, on peut le dire, presque identique pour forme et pour la fonction à une artère, car une artère essentiellement et exclusivement élastique.

Dans ces conditions, néanmoins, l'eau qui sort de la che artificielle dont nous parlons doit surmonter des stacles bien plus nombreux à sa progression que ceux i existent chez l'animal vivant. En effet, dans les artères ın animal, le sang qui circule dans les vaisseaux est en uvement; or, le liquide de notre appareil artificiel n'est en mouvement et n'est soumis à aucune pression. ır rentrer le plus possible dans les conditions de la , on a dû soumettre l'eau qui remplissait le vaisseau caoutchouc à la pression d'une colonne de mercure.

)n a constaté, en exécutant l'expérience avec l'appareil mis à la pression d'une colonne de mercure, que l'imsion du recul existait très-manifestement. Ce recul t à la vérité moins étendu, limité qu'il était par les ›ositions que nous venons de décrire. Mais, même dans conditions désavantageuses où est placé le cœur en ıtchouc par rapport au cœur vivant, le résultat de e expérience donne une preuve *a fortiori* de la vérité a théorie qui nous occupe.

[. Hiffelsheim a fait remarquer qu'on trouve chez un être

vivant un exemple qui fait bien comprendre le mécanisme auquel est dû, selon lui, le mouvement du cœur. Tous les naturalistes connaissent la marche à reculons des céphalopodes, si bien étudiée par M. Ch. Robin. Ces mollusques présentent la particularité suivante : ils ne nagent pas, mais flottent dans l'eau, et progressent par sauts qui exigent la présence de l'eau ou d'un liquide. Ils aspirent l'eau dans une poche musculaire et contractile ; puis, lançant ce liquide à un moment donné, ils éprouvent un recul qu'ils dirigent à volonté dans le sens qui leur convient, en redressant l'orifice de la poche.

Cette preuve paraîtra sans doute convaincante aux naturalistes : car, entre la poche musculaire d'un céphalopode et un cœur, l'anatomie de structure ne trouve aucune différence essentielle ; mais les médecins demandent à bon droit des preuves plus directes encore. Nous sommes déjà loin, remarquons-le, de la simple expérience du claquement d'un morceau de cuir sous l'eau, pour établir la cause des bruits du cœur. Ce n'est pas toutefois une raison pour nous contenter d'une genre de démonstration trop élémentaire, car la science exige toujours l'emploi des moyens les plus sévères d'étude et de contrôle. M. Hiffelsheim a largement satisfait à cette condition par une expérience vraiment remarquable, qui lui a servi à confirmer sur l'animal vivant la réalité de sa doctrine des mouvements du cœur.

L'expérience que nous allons rapporter a été décrite par M. Hiffelsheim dans son dernier mémoire lu à l'Académie des sciences. En voici l'objet et les détails :

Si les mouvements du cœur sont dus au recul de cet organe musculeux, par suite du mouvement de réaction que détermine la sortie du sang, on doit arrêter le recul, ou battement du cœur, quand on empêche le sang d'en sortir ou quand on s'oppose à son entrée dans cette cavité. C'est

là l'expérience qu'a exécutée M. Hiffelsheim. En ouvrant la poitrine sur un animal vivant, et serrant, à l'aide de ligatures, et mieux d'une petite pince dite *serre-fines*, les veines caves, c'est-à-dire les gros vaisseaux veineux qui apportent le sang au cœur, il a vu le mouvement (le battement) de cet organe s'arrêter aussitôt, et reprendre lorsque la ligature était enlevée, et quand le cours du sang se trouvait ainsi rétabli dans ces vaisseaux, et par conséquent dans le cœur.

M. Hiffelsheim décrit en ces termes cette belle expérience :

Après avoir placé l'animal (un lapin ou un chien) sur ses quatre pattes, je constate le choc du cœur dans le point où il a le plus d'intensité. Chez ces animaux, il est sensiblement le même que chez l'homme, un peu plus rapproché du sternum cependant. Puis, couchant l'animal sur son dos, j'ouvre sa trachée, et aussitôt on introduit une petite sonde qui servira à la respiration artificielle. Je mets à nu le côté droit de la poitrine dans presque toute sa hauteur ; on peut alors assez facilement voir les mouvements du poumon. D'autre part, on s'assure aussi de l'extrême difficulté, de l'impossibilité de retrouver le choc thoracique, ainsi que cela était aisé à prévoir, les rapports des viscères avec la paroi étant changés. Je pénètre dans la poitrine dans un moment d'expiration et j'excise la paroi dans une étendue variable, mais de façon à laisser intacte la partie de la poitrine qui avoisine la ligne médiane, vers laquelle se déplacent les poumons et avec eux le cœur. Des contractions du cœur un peu perturbées continuent très-bien, et elles se maintiennent d'autant mieux que l'on a perdu moins de sang. Toute l'opération ne prend pas plus de deux minutes. On a sous les yeux le cœur avec ses gros vaisseaux. Quand, avec des serre-fines à larges mors, je saisis la veine cave supérieure au point de jonction avec l'azygos, et puis la veine inférieure à son embouchure dans le cœur, on voit celui-ci continuant ses contractions et ses dilatations. Pour les yeux, presque rien n'est changé. Mais si l'on replace l'animal sur ses quatre pattes, et si l'on recherche le choc thoracique tout près du sternum, on ne le sentira plus : alors, introduisant la main et saisissant les deux serre-fines, après avoir bien reconnu la persistance des mouvements du cœur et

ses rapports avec le côté antérieur gauche, j'enlève successivement ou simultanément les deux liens. Dans le premier cas, on perçoit à l'extérieur le choc et l'ébranlement thoracique qui avaient disparu, mais affaiblis ; dans le second cas, on les retrouve tels qu'ils existent sur l'animal avant l'expérience et dans sa station normale.

Cette expérience, je l'ai renouvelée vingt fois en une heure, sur une vingtaine d'animaux. Il est possible de la renouveler plus souvent. Mais comme je la fais durer de trois à quatre minutes, et que l'existence de l'animal est très-vite compromise, surtout quand on ferme à la fois les deux veines caves, je laisse l'animal reprendre vie pendant quelques minutes. Immédiatement après l'irruption du sang dans le cœur droit, les contractions redoublent de fréquence, et l'animal peut supporter une nouvelle opération.

Au lieu d'empêcher le sang d'entrer dans le cœur, on pouvait encore l'empêcher d'en sortir, pour constater le fait de l'anéantissement de son mouvement de recul par la stagnation du sang dans cet organe. M. Hiffelsheim a exécuté, en effet, cette dernière expérience, qui revient à lier les artères *pulmonaire* et *aorte* à leur sortie du cœur. L'auteur annonce avoir constaté, dans ce deuxième cas, un arrêt subit des mouvements de la totalité du cœur. Mais, comme la ligature de l'artère aorte entraîne, en quelques minutes, la mort de l'animal, cette expérience est loin d'avoir la netteté et la certitude que présente la précédente, dans laquelle on peut, à volonté et sur un même animal, arrêter et rétablir plusieurs fois les battements du cœur, en liant ou en déliant la ligature qui s'oppose à la progression du sang dans son principal vaisseau. Tout incomplète qu'elle soit, cette expérience, ajoutée à la première, nous paraît suffisante pour confirmer le fait physiologique que M. Hiffelsheim veut établir, la doctrine qu'il pose et résume dans cette formule concise : *le cœur bat parce qu'il recule.*

On vient de voir, par l'exposé des recherches que nous

venons d'analyser, quels éléments nombreux il a fallu réunir, quels moyens délicats il a fallu mettre en œuvre pour aborder un seul point de la circulation : la cause des battements du cœur. Il en est ainsi de toutes les questions physiologiques que l'on se propose d'étudier d'une manière approfondie. L'observation et l'étude des phénomènes deviennent de plus en plus laborieuses et difficiles, à mesure que la science est d'un ordre plus élevé. Mais, par la même raison, chaque fait acquis de cette manière revêt une haute importance; il sert de pierre d'assise à l'édifice de la science future. Si les faits que nous venons d'exposer demeurent acquis à la science, on pourra s'élever, par leur moyen, à des questions plus complexes, mais toujours à la condition d'isoler leurs éléments divers, et de les résoudre par la même méthode d'épreuve et de contre-épreuve expérimentale.

C'est en suivant cette voie de précision et de mesure, c'est en s'entourant, à chaque pas, des moyens rigoureux que la physique et la chimie mettent à notre disposition, que la physiologie s'élèvera au rang de science exacte. Constituée sur une base solide, elle pourra alors servir de fondement à une médecine rigoureuse, et tendre ainsi, de plus en plus, vers le but suprême de la science de la vie : c'est-à-dire la guérison ou le soulagement des maux qui affligent notre espèce.

6

Le curare; nature de ce poison; ses effets sur l'économie vivante.

Le *curare* ou *worara* est un des plus curieux poisons que fournissent les forêts du Nouveau-Monde. L'intensité de ses effets toxiques, la nature toute particulière de son mode d'action sur l'économie vivante, l'usage continuel qu'en font encore de nos jours, un grand nombre de hordes sau-

vages de l'Amérique du Sud, tout concourt à attirer l'intérêt sur ce redoutable produit. Mais, jusqu'ici, une grande obscurité, amenée par les récits contradictoires des voyageurs, avait régné sur l'origine naturelle du curare, sur la plante d'où l'on tire ce poison, sur son mode de préparation, et sur ses véritables effets physiologiques. Un jeune chimiste de la Havane, bien connu du monde scientifique par des travaux consciencieux et qui dénotent une rare justesse d'esprit, M. Alvaro Reynoso, a publié sur cette question un travail étendu qui fixe d'une manière positive tous les points demeurés incertains jusqu'ici touchant l'histoire naturelle et l'action physiologique du curare. Par une analyse rapide de son travail, nous ferons connaître les points les plus curieux qui se rattachent à l'histoire de ce poison.

On comprend sans peine que l'idée de se servir d'armes empoisonnées se soit présentée de bonne heure à l'esprit des peuples sauvages : l'emploi de ce moyen leur permettait de suppléer à l'insuffisance et à l'imperfection de leurs armes. A l'époque de la conquête du Nouveau-Monde, on trouva assez généralement répandu chez les sauvages l'usage des flèches empoisonnées. Mais les plantes qui servaient à imprégner leurs armes d'un ingrédient toxique n'ont jamais été bien connues. Selon le savant naturaliste Bosc, qui parcourut les contrées habitées par les peuplades de l'Amérique du Nord, c'est le *cynanque* de la Caroline qui passait pour la plante consacrée à envenimer les flèches. Les féroces insulaires connus sous le nom de Caraïbes et quelques tribus du continent employaient, pour le même usage, le suc du mancenillier, que Cardan a nommé avec tant de justesse la *pomme de la mort*.

Cependant les tribus sauvages de l'Amérique du Nord paraissent avoir fait peu d'usage de ces armes empoisonnées. Bien plus, s'il faut en croire un écrivain d'une grande

autorité dans cette matière, le P. Lafiteau, qui demeura longtemps parmi ces peuplades, ce secret était ignoré de toutes les nations de l'Amérique septentrionale. Mais les tribus de l'Amérique du Sud en ont eu certainement connaissance, car l'usage des flèches empoisonnées est encore aujourd'hui mis en pratique chez plusieurs tribus indiennes de cette partie de l'Amérique. Le poison qui est employé chez ces tribus, c'est le *curare* ou *worara*.

Le curare est retiré d'une seule plante ou de plantes différentes qui contiennent un même principe vénéneux. La plus active de ces plantes toxiques est une liane qui a été étudiée pour la première fois par MM. de Humboldt et Kunt, dans leur voyage sur les bords de l'Orénoque supérieur. Ces naturalistes, n'ayant trouvé cette liane qu'à une époque éloignée de la floraison, n'avaient pu fixer rigoureusement sa place dans la classification botanique; ils avaient néanmoins conclu, de l'ensemble de ses caractères, que ce végétal était une *strychnée*. Un autre naturaliste, Richard Schomburgk, trouva, plus tard, cette liane en fleur dans la Guyane, sur les bords du Poméroon et du Sururu; il put alors lui assigner son véritable rang botanique, et la décrivit sous le nom de *strychnos toxifera*. Ajoutons qu'en 1847, le docteur Klotzsch a donné de cette plante une description très-détaillée dans le *Dictionnaire encyclopédique des sciences médicales de Berlin*.

Par quels procédés les sauvages de l'Amérique du Sud retirent-ils du *strychnos toxifera* le principe vénéneux que cette plante recèle? Les premiers voyageurs qui ont écrit sur ce sujet ne nous ont transmis que des renseignements fort peu dignes de foi. Aussi passerons-nous sous silence les récits merveilleux de Gumilla et d'écrivains plus anciens qui ont parlé de la préparation du curare.

Les premiers renseignements exacts ont été fournis sur cette question par La Condamine. Ce naturaliste put ob-

server les effets du curare pendant son célèbre voyage dans l'intérieur de l'Amérique méridionale, quand il franchissait, selon l'expression de Buffon, « ces monts sourcilleux que couvrent des glaces éternelles, ces vastes solitudes où la nature, accoutumée au plus profond silence, dut être étonnée de s'entendre interroger pour la première fois. » La Condamine reconnut que le poison des Indiens était préparé en faisant bouillir dans l'eau diverses plantes, et particulièrement certaines lianes. Cette décoction, évaporée par l'action du feu, constituait le *curare*, véritable extrait végétal, de consistance molle, dont on se servait pour frotter la pointe des flèches.

En 1812, Charles Watterton entreprit un voyage dans les contrées de Démérary et d'Essequibo, dans le but de recueillir une certaine quantité de curare. Dans la relation de son voyage, qui parut à Londres en 1825, on trouve décrite, pour la première fois, la préparation de ce poison, et ses effets sur l'économie animale. Voici ce que rapporte à cet égard le voyageur anglais.

L'Indien chargé de préparer le curare se rend dans la forêt pour en chercher les ingrédients. Une vigne nommée *wourali* croît dans ces déserts ; c'est d'elle que le poison prend son nom : elle en est la base principale. Lorsqu'il en a recueilli une provision suffisante, l'Indien arrache une certaine racine très-amère qu'il y réunit, et il cherche deux sortes de plantes bulbeuses qui contiennent un jus vert et gluant. Il remplit de tiges de ces plantes un petit vase qu'il porte sur son dos, et il se met enfin à rechercher deux espèces de fourmis. L'une est très-grosse et noire, et si venimeuse, que sa piqûre donne la fièvre : on la trouve le plus souvent sur la terre. L'autre est une petite fourmi rouge qui pique comme une ortie, et qui place ordinairement son nid sous la feuille d'un arbrisseau. L'Indien ramasse encore une certaine quantité de poivre de Cayenne ; il ajoute enfin les crochets broyés du serpent *la-*

barri et du *counacouchi*, qu'il tient ordinairement en réserve; car, lorsqu'il tue un serpent, il a soin d'en arracher les crochets et de les conserver.

Ayant ainsi recueilli les ingrédients nécessaires à la préparation du curare, l'Indien réduit en petits morceaux la vigne du *wourali* et la racine amère, et il les fait bouillir avec de l'eau. Il ajoute ensuite à cette décoction les crochets du serpent, les fourmis et le poivre. La liqueur est placée alors sur un feu modéré; lorsqu'elle est en ébullition, on enlève l'écume avec une feuille, et la liqueur reste sur le feu jusqu'à ce qu'elle se soit réduite en un sirop épais d'un brun foncé. Quand elle est en cet état, on en fait l'essai en empoisonnant quelques flèches; si elle répond à l'attente, on la verse dans une calebasse, petit pot de la façon des Indiens, et on la couvre de quelques feuilles et d'un morceau de peau de daim. On conserve le curare dans l'endroit le plus sec de la cabane, et de temps en temps on le suspend sur le feu, pour faire évaporer l'eau qu'il a absorbée au contact de l'air.

Tous les détails de l'opération que nous venons de décrire sont faciles à comprendre: on voit qu'elle se réduit à préparer, avec le secours de la chaleur, un extrait aqueux du suc de diverses plantes vénéneuses. Quant aux crochets du serpent, que les sauvages ajoutent à la liqueur pour en augmenter l'action toxique, il est probable que cette addition est superflue, car il est reconnu que la piqûre occasionnée par la dent d'un animal vénéneux, celle d'une vipère, par exemple, quand cette dent a été détachée de la mâchoire de l'animal, n'occasionne plus d'accidents morbides.

Dans son *Voyage aux régions équinoxiales du nouveau continent*, M. de Humboldt a donné de la préparation du curare une peinture intéressante et animée. Nous nous bornerons à la reproduire, pour ne rien enlever à l'attrait de cette description.

Lorsque nous arrivâmes à l'Esmeralda, dit M. de Humboldt, la plupart des Indiens revenaient d'une excursion qu'ils avaient faite à l'est, au delà du Rio Padamo, pour recueillir des *juvias* ou fruits du bertholletia et la liane qui donne le curare. Ce retour était célébré par une fête qu'on appelle, dans la mission, *la fiesta de las juvias*, et ressemble à nos fêtes des moissons et des vendanges. Les femmes avaient préparé beaucoup de liqueurs fermentées ; pendant deux jours, on ne rencontrait que des Indiens ivres. Chez des peuples qui attachent beaucoup d'importance aux fruits des palmiers et de quelques autres arbres utiles à la nourriture de l'homme, l'époque de la récolte de ces fruits est marquée par des réjouissances publiques. On divise le temps d'après des fêtes publiques qui se succèdent d'une manière invariable. Nous fûmes assez heureux pour trouver un Indien moins ivre que les autres, et qui était occupé à préparer le poison *curare* avec les plantes fraîchement recueillies. C'était le chimiste de l'endroit. Nous trouvâmes chez lui de grandes chaudières d'argile destinées à la cuisson des sucs végétaux, des vaisseaux moins profonds favorisant l'évaporation par la surface qu'ils présentent ; des feuilles de bananier roulées en cornets et servant à filtrer des liquides plus ou moins chargés de substances filandreuses. Il régnait le plus grand ordre et la plus grande propreté dans cette cabane, qui était transformée en un laboratoire de chimie.

L'Indien qui devait nous instruire est connu, dans la mission, sous le nom de *maître du poison* (*amo del curare*) ; il avait cet air empesé, et ce ton de pédanterie dont on accusait jadis les pharmaciens en Europe. « Je sais, disait-il, que les blancs ont le secret de fabriquer du savon et cette poudre noire qui a le défaut de faire du bruit et de chasser les animaux si on les manque. Le curare, que nous préparons de père en fils, est supérieur à tout ce que vous savez faire là-bas (au delà des mers). C'est le suc d'une herbe qui *tue tout bas* (sans qu'on sache d'où le coup est parti). »

Cette opération chimique, à laquelle le *maître du curare* mettait tant d'importance, nous paraissait d'une grande simplicité. On donne à la *liane* (*bejuco*), dont on se sert à l'Esmeralda pour la préparation du poison, le même nom que dans les forêts de Javita. C'est le *bejuco de mavacure*, que l'on recueille abondamment à l'est de la mission, sur la rive gauche de l'Orénoque, au delà du Rio Amaguaca dans les terrains montueux

et granitiques de Guanaya et de Yumariquin. Quoique les faisceaux de *bejuco* que nous trouvâmes dans la maison de l'Indien fussent entièrement dépourvus de feuilles, il ne nous resta aucun doute qu'ils provenaient de la même plante de la famille des strychnées (très-voisine du rouhamon d'Aublet) que nous avions examinée dans la forêt de Pimichin. On emploie indifféremment le *mavacure* frais ou desséché depuis plusieurs semaines. Le suc de la liane, récemment recueilli, n'est pas regardé comme vénéneux; peut-être n'agit-il d'une manière sensible que lorsqu'il est fortement concentré. C'est l'écorce et une partie de l'aubier qui renferment ce terrible poison. On racle avec un couteau des branches de *mavacure* de 4 à 5 lignes de diamètre; l'écorce enlevée est écrasée et réduite en filaments très-minces sur une pierre à broyer de la farine de manioc. Le suc vénéneux étant jaune, toute cette masse filandreuse prend la même couleur. On la jette dans un entonnoir de 9 pouces de haut et de 4 pouces d'ouverture. Cet entonnoir est, de tous les ustensiles du laboratoire indien, celui que le *maître du poison* nous vantait le plus. Il demandait à plusieurs reprises si, *por allà* (là-bas, c'est-à-dire en Europe), nous avions vu jamais quelque chose de comparable à son *embudo*. C'était une feuille de bananier roulée en cornet sur elle-même et placée dans un autre cornet plus fort de feuilles de palmier. Tout cet appareil était soutenu par un échafaudage léger de pétioles de *rachis* de palmier. On commence à faire une infusion à froid en versant de l'eau sur la matière filandreuse, qui est l'écorce broyée du *mavacure*. Une eau jaunâtre filtre, pendant plusieurs heures, goutte par goutte, à travers l'embudo ou entonnoir de feuillage. Cette eau filtrée est la liqueur vénéneuse; mais elle n'acquiert de la force que lorsqu'elle est concentrée par évaporation, à la manière des mélasses, dans un grand vase d'argile. L'Indien nous engageait de temps en temps à goûter le liquide; on juge d'après le goût plus ou moins amer si la concentration par le feu est poussée assez loin. Il n'y a aucun danger à cette opération, le *curare* n'étant délétère que lorsqu'il entre immédiatement en contact avec le sang. Aussi les vapeurs qui se dégagent de la chaudière ne sont-elles pas nuisibles, quoi qu'en aient dit les missionnaires de l'Orénoque. Fontana, dans ses belles expériences sur le poison des Ticumas de la rivière des Amazones, a prouvé depuis longtemps que les vapeurs que répand ce poison lorsqu'on le projette sur des charbons ar-

dents, peuvent être respirées sans crainte, et qu'il est faux, comme l'a annoncé M. de La Condamine, que des femmes indiennes, condamnées à mort, aient été tuées par les vapeurs du poison des Ticumas.

Le suc le plus concentré du *mavacure* n'est pas assez épais pour s'attacher aux flèches. Ce n'est donc que pour donner du corps au poison que l'on verse dans l'infusion concentrée un autre suc végétal extrêmement gluant et tiré d'un arbre à larges feuilles appelé *kiracaguero*. Comme cet arbre croît à un très-grand éloignement de l'Esméralda, et qu'à cette époque il était tout aussi dépourvu de fleurs et de fruits que le *bejuco de mavacure*, nous ne fûmes pas en état de le déterminer botaniquement.

Au moment où le suc gluant de l'arbre *kiracaguero* est versé dans la liqueur vénéneuse bien concentrée et tenue en ébullition, celle-ci noircit et se coagule en une masse de consistance de goudron et d'un sirop épais. C'est cette masse qui est le *curare* du commerce. Lorsqu'on entend dire aux Indiens que le *kiracaguero* est tout aussi nécessaire à la fabrication du poison que le *bejuco de mavacure*, on peut être induit en erreur, en supposant que le premier renferme aussi quelque principe délétère, tandis qu'il ne sert (comme feraient l'*algarobbo* et toute substance gommeuse) qu'à donner plus de corps au suc concentré du *curare*. Le changement de couleur qu'éprouve le mélange est dû à la décomposition d'un hydrure de carbone. L'hydrogène est brûlé et le carbone se met à nu. On vend le *curare* dans des fruits de crescentia.

Complétons ce récit par celui d'un autre voyageur, M. Richard Schomburgk, qui a assisté, comme M. de Humboldt, à la préparation du curare. Voici, en quelques mots, ce qu'a vu M. Richard de Schomburgk, pendant son séjour chez les Indiens de l'Amérique du Sud.

L'Indien chargé de la préparation du curare prit de jeunes pousses de *strychnos toxifera* encore en séve, et longues de deux à trois pieds ; l'écorce et l'aubier furent enlevés, coupés en petits morceaux et mélangés avec d'autres écorces également coupées. Le mélange était fait, selon M. Schomburgk, dans les proportions suivantes :

Plante urari (*strychnos toxifera*).............	2 livres.
Yakki (*strychnos Schomburgkii*).............	1/4 de livre.
Arimaru (*strychnos cogens*)..................	1/4 *id.*
Tarireng (?)................................	1/4 *id.*
Wokarino (?)................................	1/2 once.
Tararemu (?)................................	1/2 *id.*

Muramu (?), une très-petite quantité de l'écaille de la bulbe de cette plante.

Manuca (une *xanthoxylée*).

L'Indien ajouta encore un certain nombre de plantes dont les noms botaniques n'ont pas été donnés par M. Schomburgk, et que, du reste, l'opérateur employait en quantités indéterminées. Il fit cuire le tout dans l'eau pendant quarante-huit heures. Après ce temps, la décoction fut filtrée au moyen d'un entonnoir rempli d'herbe très-fine, et versée dans de petits vases de terre qu'on exposa au soleil pour la faire évaporer. Après cette évaporation, on ajouta le suc mucilagineux des pelûres de l'oignon du *muramu*, nommé plus haut, lequel donna aussitôt à l'extrait, encore liquide, une consistance gélatineuse. L'Indien versa alors cet extrait dans des calebasses, et dans chacune d'elles il mit quatre petits morceaux de bois de *manuca*. Après cette addition, l'extrait fut encore évaporé jusqu'à la consistance du suc de réglisse; et les calebasses furent alors recouvertes avec des feuilles de palmier. La préparation fut terminée en trois jours.

Donnons maintenant, d'après M. Reynoso, quelques détails sur les caractères et sur le mode d'action physiologique du poison des Indiens.

Le curare se présente sous la forme d'un extrait solide, noir, d'un aspect résineux; réduit en poudre, il est d'un brun jaunâtre; sa saveur est excessivement amère, mais cette amertume n'a rien d'âcre ni de piquant. Outre la *curarine*, qui constitue son principe actif, le curare contient : une substance grasse, de la gomme, une matière

colorante rouge, de la résine, une substance végéto-animale. Calciné, il laisse des cendres composées de silice, alumine et magnésie.

Si l'on considère son action sur l'économie animale, le curare diffère de tous les poisons proprement dits par les conditions qui sont nécessaires pour que son absorption s'effectue. Il n'agit en effet sur l'économie vivante, c'est-à-dire il n'est absorbé et ne produit d'effets toxiques, que quand il est mis en contact direct avec le sang. On peut en avaler impunément des doses considérables; mais pour peu qu'il pénètre à l'intérieur des tissus par l'intermédiaire du sang, il produit aussitôt son action vénéneuse. Une flèche imprégnée de curare, et occasionnant une blessure, ou le poison simplement déposé à l'intérieur de nos organes par une incision faite à la peau, provoquent l'intoxication. Son action est donc en tout semblable à celle du venin des serpents et des différents virus contagieux qui peuvent infecter l'économie animale.

Le voyageur Gumila est le premier qui ait fait connaître cette curieuse propriété que présente le curare, de ne pas être absorbé lorsqu'il est introduit dans le tube digestif, tandis que, mis dans une petite blessure, il l'est immédiatement. La Condamine a fait aussi mention de la complète innocuité de ce poison, lorsqu'il n'est pas mis en contact avec le sang. Ce célèbre naturaliste assure que pendant longtemps il se nourrit exclusivement de gibier tué avec des flèches empoisonnées par le curare, et que souvent il rencontra sous sa dent la pointe du trait empoisonné. M. de Humboldt a confirmé les relations de ces voyageurs. Il a souvent avalé, sans en éprouver le moindre accident, de petites doses de curare, auquel il trouvait seulement un *goût amer et agréable*. Sur les rives de l'Orénoque, on ne mange guère de poule qui n'ait été tuée par la piqûre d'une flèche empoisonnée ; les missionnaires prétendent même que la chair des animaux n'est

bonne qu'autant que l'on emploie ce moyen. Le P. Zéa, qui accompagnait M. de Humboldt dans son voyage, était particulièrement convaincu de la supériorité de ce procédé au point de vue culinaire. Il n'eût point consenti à manger à son repas la chair d'un volatile quelconque qui n'aurait pas été tué par le dard empoisonné de la flèche des sauvages. Retenu dans son hamac par la fièvre, le P. Zéa commandait qu'on lui apportât tous les matins une flèche empoisonnée et la poule qu'il destinait à son repas. Il tuait lui-même l'animal, et n'aurait voulu confier à personne une opération à laquelle il attachait une extrême importance gastronomique.

D'après l'innocuité reconnue du curare quand il est introduit dans les voies digestives, on pourrait croire que le suc gastrique contenu dans l'estomac anéantit ses propriétés toxiques. Mais des expériences spéciales ont démontré que le suc gastrique ne détruit en rien son action. Dans du suc gastrique de chien on a placé, pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures, du curare à la température de 38 à 40 degrés centigrades. Après ce temps, on a piqué des animaux avec ce suc gastrique tenant du curare en dissolution. Ces animaux sont morts; on peut donc conclure de ce fait que le contact du curare avec le suc gastrique, pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures, ne modifie aucunement ses propriétés délétères.

Cette expérience a été souvent répétée et variée de diverses manières, en la produisant tantôt en dehors de l'animal, tantôt sur l'animal vivant lui-même. A un chien, auquel on avait pratiqué une fistule à l'estomac, on a fait avaler des fragments de curare avec ou sans les aliments; puis, en retirant au bout de quelque temps le suc gastrique, on a reconnu que ce liquide offrait toutes les propriétés mortelles d'une dissolution de curare. On avait alors sous les yeux le singulier spectacle d'un chien portant dans son estomac, sans en ressentir la moindre atteinte,

un liquide qui donnait instantanément la mort à tous les animaux auxquels on l'inoculait. L'action décomposante du suc gastrique sur le curare ne peut donc expliquer l'innocuité de ce poison ingéré dans l'estomac.

Le curare appliqué directement sur la peau, si elle est intacte, n'est pas absorbé. MM. Munter et Virchow ont humecté, pendant une demi-heure, le pied de derrière d'une grenouille avec une dissolution de curare, et après ce temps, l'animal ne paraissait point avoir souffert. Déjà Baneroff avait prouvé que l'application sur la peau d'une solution de ce poison demeure sans action sensible, même lorsqu'elle s'évapore et se sèche à l'endroit où elle a été déposée.

Le curare n'est pas absorbé non plus par la membrane des branchies chez les poissons. Voici l'expérience curieuse qui a été faite à ce sujet par M. Reynoso. Un petit poisson a vécu pendant quatre jours dans un kilogramme d'eau où l'on avait mis six décigrammes de curare; au bout de ce temps, on lui fit une petite blessure, et il mourut huit minutes après avoir été replacé dans l'eau contenant la substance vénéneuse.

Le curare n'est absorbé que lorsqu'on l'introduit directement dans les veines, dans le tissu cellulaire sous-cutané ou dans la membrane muqueuse pulmonaire. La disposition toute particulière de cette dernière membrane, pourvue d'innombrables vaisseaux sanguins, explique la propriété d'absorption spéciale dont elle jouit à l'égard de ce poison.

Examinons maintenant les effets du curare quand il a pénétré par absorption dans l'économie animale. Lorsqu'il pénètre en quantité insuffisante pour produire la mort, il ne fait que paralyser pendant quelque temps le sujet, qui se rétablit ensuite facilement. M. de Humboldt rapporte qu'un charpentier d'une force musculaire extraordinaire, ayant eu l'imprudence de frotter entre ses doigts le curare, après s'être blessé légèrement, tomba par terre saisi d'un vertige qui dura près d'une demi-heure

« Quand le curare est très-actif et qu'il est mis en grande quantité dans une plaie, dit M. Alvaro Reynoso, l'animal tombe mort sans pousser de cris, sans convulsions; il devient insensible et meurt. Quand on fait l'expérience sur un chien, aussitôt que le poison commence à être absorbé, on le voit se coucher doucement, comme s'il était fatigué, et avec une sorte de paresse, d'abord sur ses pattes; il s'étend ensuite complétement; sa respiration cesse, il devient insensible et meurt. Enfin, si le poison est mis sur une plaie en petite quantité, ou si l'on retarde sensiblement son absorption par un caustique incapable de la prévenir complétement, alors la mort ne se produit plus de même; l'animal éprouve des convulsions; et si c'est un caustique qu'on a employé, on voit, pour ainsi dire, pénétrer le poison dans l'économie, car il éprouve des convulsions régulières[1]. »

Après avoir établi le mode d'action physiologique du curare et les effets particuliers que son absoption produit dans l'économie, il restait à l'auteur du mémoire que nous analysons à rechercher les substances qui paraissent propres à combattre avec le plus de succès les effets de ce toxique. M. Reynoso a trouvé dans le brôme un véritable antidote du curare, et par une série d'expériences parfaitement conçues et exécutées avec rigueur, le jeune physiologiste a mis tout à fait hors de doute l'action spéciale dont jouit le brôme pour arrêter les effets du curare introduit par absorption dans l'économie. Il importerait beaucoup que l'on eût connaissance, dans les Indes, de l'efficacité du brôme pour annuler les effets de ce terrible poison.

1. On peut consulter, quant à l'action exercée par le curare sur le système nerveux, une note lue à l'Académie des sciences de Paris, le 27 octobre 1856, par M. Kölliker.

XIV

MALADIE DE LA VIGNE.

Emploi du soufre pour la destruction de l'oïdium.

La maladie de la vigne, qui, on peut le dire, a disparu entièrement du nord de la France, continue de sévir avec violence dans nos régions méridionales. Depuis cinq ans, le funeste oïdium a pris possession des riches vignobles de ces contrées. Une diminution notable de l'intensité du mal fut observée, il est vrai, en 1855, dans les vignobles du midi; mais il ne faudrait pas compter d'une manière absolue sur cet heureux pronostic. Aussi est-il important de répandre promptement la connaissance des résultats vraiment remarquables qui viennent d'être acquis à l'agriculture, concernant la puissante efficacité du soufre contre ce terrible fléau. M. H. Marès, secrétaire de la Société d'agriculture du département de l'Hérault, a publié, au mois de mai 1856, un important mémoire dans lequel l'efficacité curative du soufre contre l'oïdium est démontrée avec évidence[1]. Nous allons exposer, à propos de ce travail, les faits qui établissent l'excellence du soufre pour la destruction de l'oïdium. Nous avons la conviction que cet agent, employé d'une manière générale, doit avoir pour résultat d'anéantir, dans un temps donné, la maladie qui désole, dans notre pays, la propriété viticole, et nous dé-

1. *Mémoire sur la maladie de la vigne*, par M. H. Marès, brochure in-8, mai 1856.

sirons vivement contribuer à répandre la connaissance d'une méthode qui nous apparaît comme un bienfait public.

Ce n'est plus maintenant une difficulté de prouver que la maladie de la vigne a un cause tout extérieure. L'idée d'une dégénérescence, d'une pléthore, d'une maladie interne du cep, ne saurait plus être admise aujourd'hui, en présence des faits innombrables qui ont établi que la cause de la maladie est absolument externe, et qu'elle tient uniquement à la présence d'un végétal parasite, l'*oïdium Tuckeri*. Engendré par des circonstances particulières, dans une serre chaude de l'Angleterre, il s'est reproduit, a pullulé dans une proportion inouïe, et a couvert de ses sporules destructeurs la plus grande partie de l'Europe. Quelles que soient les causes qui aient donné naissance à ce parasite, il est certain qu'il détermine seul la maladie. Détruire l'*oïdium* sur place partout où il se montre doit donc suffire pour amener la guérison des vignes affectées, et par suite la disparition totale de ce mal redoutable. Or, de tous les moyens pratiques qui ont été essayés depuis cinq années en France, un seul a donné des résultats irréprochables : le soufre est aujourd'hui reconnu comme le véritable remède spécifique à opposer à l'*oïdium*.

Comme, dans une question de cette importance, il est juste de rapporter à chacun le mérite et l'honneur de ses travaux, nous résumerons par un court historique la série des tentatives faites jusqu'à ces derniers temps, relativement à l'emploi du soufre comme moyen curatif de la maladie de la vigne.

Un jardinier anglais de Leyton, nommé Kyte, est le premier auteur des essais du soufre en poudre. Le mode d'emploi proposé par le jardinier de Leyton consistait à mouiller les feuilles et les grappes, et à les saupoudrer de fleur de soufre. Cependant ce procédé fit peu de bruit jus-

qu'au moment où M. Gontier, de Montrouge, eut imaginé de lancer la fleur de soufre contre les treilles, au moyen d'une sorte de pompe cylindrique. Projetée sur les grappes à l'aide de l'appareil Gontier, la fleur de soufre eut, dans les jardins, d'excellents résultats pour la préservation du raisin de table; un grand nombre de treilles furent ainsi guéries.

Un agent chimique à base de soufre fut proposé, vers la même époque, et employé pour la première fois par M. Grison, jardinier à Versailles. C'était la dissolution de sulfure de chaux. On lavait, avec cette dissolution, les grappes malades, en renouvelant les lotions toutes les fois que l'oïdium reparaissait. Le champignon parasite ne résiste pas à l'action vénéneuse du sulfure de chaux. Ce procédé a permis, deux années de suite, dans les jardins de Versailles, de sauver toutes les treilles menacées. La mixture était d'ailleurs économique et facile à préparer : on prend 200 grammes de fleur de soufre et un volume égal de chaux récemment éteinte ; on fait bouillir ce mélange avec 3 litres d'eau dans une marmite de fonte ou de terre vernissée. La liqueur, refroidie et décantée, constitue la dissolution de sulfure de chaux.

Cependant, l'emploi de liquides chimiques destinés à tuer, sur l'arbuste, le champignon qui l'a envahi, ne pouvait réussir qu'à la condition d'être répété autant de fois que la maladie reparaît. C'est pour avoir méconnu ce fait qu'on échoua dans une grande et belle expérience, qui fut tentée en 1852 par le docteur Turrel sur des vignobles des environs de Toulon. Cet agriculteur avait entrepris l'expérience sur dix hectares de vignes. On obtint tout d'abord un résultat inespéré ; les feuilles et les grappes se débarrassèrent de leur couche farineuse, et, quinze jours après l'application du sulfure de chaux, les raisins avaient sensiblement grossi et montraient une belle apparence. Mais deux mois après, la température, qui avait été jusque-là

chaude et sèche, était devenue orageuse, la maladie reparut avec une intensité extrême, et les lotions avec le sulfure de chaux n'ayant pas été renouvelées, toute la récolte fut perdue.

Mais les sulfures alcalins en dissolution ont un grave inconvénient : leur forme liquide se prête mal aux opérations de l'agriculture : aussi a-t-on été conduit, par la pratique, à abandonner l'usage des lotions avec le sulfure de chaux, pour en revenir à l'emploi du soufre en poudre.

En 1850, M. Bergmann, jardinier en chef du baron de Rothschild, à Ferrières, avait déjà obtenu des résultats très-heureux dans les serres, en répandant de la fleur de soufre sur les tuyaux des *thermosiphons* qui servent à y maintenir la chaleur. Ces tuyaux atteignent quelquefois une chaleur de 45 à 50 degrés, qui suffit pour vaporiser une certaine quantité de soufre, et provoquer ainsi une émanation constante de vapeurs : ces vapeurs, venant se condenser sur les parties vertes de la vigne, y détruisent le parasite.

En 1853, M. Rose Charmeux eut l'idée de répandre sur les vignes la fleur de soufre à sec, soit à la main, soit au soufflet. Cette idée rendait l'usage du soufre applicable aux grands vignobles. Elle fut essayée à Thomery, en 1853, sur 120 hectares de vignes plantés en chasselas. Les résultats obtenus furent assez remarquables pour que la Société d'horticulture en confiât l'examen à une commission, qui fit, à ce sujet, un rapport des plus favorables. Ce rapport fut publié par la Société d'horticulture, sous forme d'instruction, sous ce titre : *Sur la maladie de la vigne : moyen de sauver la récolte.* La commission conseillait de pratiquer un premier soufrage entre le 15 mai et le 15 juin, de recommencer la même opération après la floraison et lorsque le grain est gros comme un plomb de chasse, si l'oïdium avait reparu ; enfin de jeter une troi-

sième fois du soufre, lorsque les grains auraient acquis la grosseur des petits pois[1].

M. Victor Rendu, inspecteur général d'agriculture, président et rapporteur d'une commission chargée, par le ministre de l'agriculture, d'examiner les vignes de Thomery, fit, le 7 mars 1854, un rapport favorable sur le soufrage à sec. M. Victor Rendu citait, dans la Gironde, MM. Duchâtel, de Seze et Pescatore, dont les vignes, soufrées à sec, avaient conservé leur récolte. Il recommandait l'emploi du soufrage à sec dans les jardins et la petite culture. Il espérait aussi qu'on pourrait, dans la suite, l'appliquer également aux grands vignobles.

En 1854, après ces deux rapports et sur leurs indications, le soufrage à sec fut mis en pratique sur divers points de la France viticole; mais on n'en obtint d'abord que des résultats contradictoires. C'est surtout dans le midi, où la maladie sévissait de la manière la plus cruelle, qu'il importait de bien élucider la question de l'action curative du soufre employé dans les grands vignobles. Or, l'opinion des cultivateurs les plus éclairés fut très-partagée sur son efficacité; aussi, jusqu'à l'année 1855, le soufre avait-il été peu en faveur dans le midi de la France.

C'est à cette époque et lorsque l'emploi du soufre donnait des résultats très-irréguliers, que quelques agriculteurs instruits se sont livrés, dans le midi de la France, à des expériences sérieuses sur cette question. Parmi eux, nous citerons M. Jules Bouscaren, membre de la Société d'agriculture de l'Hérault, qui, en 1854, constata dans ses vignobles, partiellement soumis au soufrage, l'efficacité de ce moyen curatif[2].

1. *Annales de la Société d'horticulture*, 1854; rapport de M. Rousselin.

2. Voy. *Observations sur l'emploi du soufre*, imprimées en 1853 dans le *Bulletin de la Société d'agriculture de l'Hérault*. — *Rapport à M. Rendu, inspecteur général d'agriculture sur l'efficacité du soufre* 1854). — *Rapport au préfet de l'Hérault sur le même sujet* (1855).

En 1855, M. H. Marès, ayant soumis à une étude attentive les phénomènes qui se passent au contact du soufre et de l'oïdium, constata, grâce à l'examen microscopique, la promptitude et l'efficacité de l'action du soufre pour attaquer et détruire le végétal parasite. Bien convaincu dès lors de son action, il n'hésita pas à soumettre toute l'étendue de ses terres à un traitement énergique par le soufre, et il réussit à préserver complétement sa récolte, tandis que celle de ses plus proches voisins avait été absolument détruite.

Le succès obtenu par cet habile agriculteur a eu un grand retentissement. C'est grâce à cet exemple qu'en 1856, les propriétaires du midi ont pris la résolution de soumettre leurs vignobles à un traitement par le soufre.

Exposons rapidement les faits qui démontrent l'action destructive que le soufre exerce sur l'oïdium. Une simple observation au microscope, faite par M. H. Marès et rapportée dans son mémoire, établit d'une manière frappante la réalité de cette action.

Pour apprécier par le seul secours des yeux l'effet que la fleur de soufre produit sur l'oïdium, il suffit d'observer, sous le microscope, la série de modifications qui se manifestent sur les surfaces malades de la vigne mises en contact avec du soufre divisé, ou *fleur de soufre.* La manière la plus commode de suivre la succession de ces phénomènes, c'est d'observer un grain de raisin récemment envahi et couvert de cette légère efflorescence blanche que produisent les premières atteintes de l'oïdium. Sur les feuilles et les sarments verts, on remarque les mêmes effets, mais d'une manière moins tranchée.

Si on applique le soufre sur la vigne malade dans les meilleures conditions, c'est-à-dire par un temps sec et chaud, et sur des surfaces bien sèches, voici ce qu'on observe.

Le soufre, lancé à l'aide du soufflet sur les grains du raisin malade, paraît disséminé à leur périphérie et forte-

ment retenu par la surface veloutée que forment les tigelles dont le *mycélium* du cryptogame se trouve hérissé.

Après vingt-quatre heures, on aperçoit un commencement de désorganisation au contact du soufre ; tout autour, beaucoup de spores sont tombées, et le mycélium ne paraît plus avoir la même vigueur.

Après quarante-huit heures, le mycélium paraît se flétrir, et la plupart des spores ont disparu.

Du quatrième au cinquième jour, on reconnaît que l'action est complète : le mycélium est rompu, flétri, désorganisé. On en voit çà et là les fragments déjà brunis ; son écorce n'existe plus.

L'action du soufre est alors évidente. La vigne est bien débarrassée de l'action délétère du parasite, et elle commence à végéter vigoureusement ; on s'en aperçoit huit à dix jours environ après l'application du soufre, à l'énergie nouvelle que prend la végétation de l'arbuste.

Lorsque la température est peu élevée, la désorganisation de l'oïdium ne s'opère que le septième jour ; mais lorsque le soleil frappe de ses rayons brûlants les parties malades couvertes de soufre, l'action est beaucoup plus énergique et plus rapide ; le second jour, elle est complète.

Nous trouvons dans un mémoire récemment imprimé dans le *Bulletin de la Société d'agriculture de Saint-Étienne*, une expérience qui prouve, d'une manière frappante, l'efficacité, la *spécificité* véritable du soufre et de ses composés pour la guérison de la maladie du raisin. M. Thirault, pharmacien à Saint-Étienne, auteur de ce mémoire, a fait l'expérience suivante, qui prouve la promptitude avec laquelle les composés de soufre exercent leur action sur l'oïdium.

M. Thirault a exposé à l'action directe de l'hydrogène sulfuré gazeux une grappe de raisin malade, en la plaçant dans un bocal à large ouverture qui renfermait du sulfure de potasse et de l'acide chlorhydrique dilué, mélange propre

à dégager de l'hydrogène sulfuré gazeux. Au bout d'un temps fort court, on retira la grappe du flacon, et l'on constata que les filaments de l'oïdium avaient entièrement et instantanément disparu, comme si on les eût enlevés par une action mécanique, telle que le frottement exercé sur les grains[1].

Mais les sulfures alcalins, bien que très-actifs pour la guérison de l'oïdium, sont d'un emploi difficile à cause de la forme liquide sous laquelle il faut les administrer, et sont plus coûteux en raison surtout de la *non-volatilité des sulfures alcalins*. Le soufre, qui se réduit en vapeur à une température modérée, est, en raison de cette circonstance, bien préférable aux sulfures employés en lotions.

Cette condition de la volatilité du soufre est le point sur lequel M. Marès insiste le plus dans son mémoire. C'est par ce fait qu'il explique la supériorité que présente l'emploi du soufre sur celui des sulfures.

Le soufre, dit M. Marès, ne détruisant l'oïdium que lorsqu'il entre en contact avec lui, la dispersion de ses molécules et leur pénétration dans les parties du feuillage les plus reculées m'ont paru mériter une étude particulière.

On sait qu'il suffit de répandre du soufre en poudre sur les tuyaux du *thermosiphon* d'une serre chaude, où la vigne est soumise à une culture forcée, pour la préserver de maladie ou détruire cette dernière, si elle s'est déjà manifestée. Dans ce cas particulier, le soufre n'agit que par ses vapeurs condensées sur toutes les parties du feuillage de la vigne.

Rien n'est plus favorable que cette division infinie des molécules de l'agent curatif; elle assure son action en lui permettant de pénétrer partout, et la répartissant avec une grande égalité. L'observation démontre que le même phénomène se manifeste, en été, dans les vignes soumises au traitement par le soufre en poudre, mais avec moins d'intensité. Le sol agit alors comme un immense *thermosiphon* lorsqu'il est échauffé par les rayons d'un soleil vertical qui reste treize heures au-dessus de l'horizon.

1. *Traitement de la maladie de la vigne*, par M. Thirault. Extrait du *Bulletin de la Société agricole et industrielle de Saint-Étienne*, page 29.

En effet, si on procède au soufrage d'une vigne, aux heures de soleil, par un temps sec et chaud, on sent aussitôt une odeur de soufre pénétrante. Elle peut se conserver plusieurs semaines, surtout s'il ne pleut pas; mais sa force diminue graduellement. Elle se produit par le seul effet d'une température de 40 degrés centigrades. Tout porte à croire, *a priori*, qu'il se volatilise une quantité notable du soufre répandu sur le sol et sur la vigne.

J'ai mis le fait en évidence en exposant au soleil des bocaux dont le fond était garni de soufre en poudre, bien purgé d'hydrogène sulfuré, et en plaçant, à quelques centimètres de la surface du soufre, des plaques d'argent bien décapées. J'ai eu soin de préserver l'appareil des poussières en le couvrant d'un entonnoir renversé, et de le munir, à l'intérieur, d'un thermomètre. Après cinq jours d'expérience, pendant lesquels la température a varié de 16 degrés à la nuit à 55 degrés au soleil, les plaques d'argent sont devenues brunes. Si la température ne s'élève qu'à 40 degrés, l'argent brunit beaucoup moins.

Dans une autre expérience où la température de l'appareil, maintenu à l'ombre, a varié de 16 degrés à cinq heures du matin, à 28 degrés entre dix heures du matin et trois heures après midi, les plaques d'argent n'ont pris qu'une légère teinte brune. L'odeur du soufre était encore sensible, quoique très-faible.

.... La volatisation du soufre est déjà sensible à une température de 28 degrés ; assez forte à une température de 40 degrés ; très-forte à une température de 55 degrés.

Ces températures de 40 à 55 degrés, qui sont nécessaires pour provoquer la volatilisation du soufre, sont loin d'être exceptionnelles dans les terres du midi. M. Marès a procédé à plusieurs observations thermométriques, faites avec tous les soins nécessaires, et il a constaté des élévations de température auxquelles on était loin de s'attendre, et qu'il importe beaucoup de connaître pour l'éclaircissement de la question qui nous occupe.

Cet expérimentateur a reconnu que, dans le mois de juillet 1854, la température du sol, prise au soleil, peut s'élever jusqu'à 51 et 55 degrés centigrades ; — que la

température des feuilles et surfaces vertes s'est élevée, le 22 juillet 1855, à 42 et 51 degrés; — que, dans le mois de septembre, la température du sol était, au soleil, de 45 degrés, etc., etc.

Ces observations thermométriques, faites en pleine campagne, sur le sol et sur le feuillage, expliquent pourquoi le soufrage des vignes malades, pratiqué par un temps sec et chaud, et plus particulièrement sous l'influence du soleil, donne les résultats les meilleurs et les plus prompts. Le soufre n'agissant sur l'oïdium qu'au contact, son action est d'autant plus complète et plus énergique, qu'il peut mieux se volatiliser et venir s'appliquer, en particules très-ténues, sur les parties des feuilles, des sarments et des raisins que n'auraient pas atteintes les poussières lancées par le soufflet. La grande quantité de soufre qui tombe par terre pendant l'opération du soufrage, n'est donc pas entièrement perdue, comme on aurait pu le croire d'abord; la haute température que le sol acquiert, quand il est frappé par le soleil, en volatilise une quantité notable, et produit dans des limites plus restreintes, mais encore suffisantes, un effet semblable à celui du *thermosiphon* des serres chaudes.

Ainsi, les climats chauds dont les vignes sont, aujourd'hui, plus particulièrement attaquées et ravagées par l'oïdium, sont également ceux où le soufre, employé à propos, agira avec le plus de succès.

Au point de vue pratique, il n'est pas d'opération plus simple que le soufrage des vignes, même lorsqu'elles présentent le plus grand développement de pampres et de verdure, comme dans le midi de la France. Dans la culture en échalas de la Bourgogne et de la Champagne, le soufrage exigera beaucoup moins de main-d'œuvre et de matière que dans le midi. Enfin, si l'on compare le résultat obtenu, eu égard à la dépense, nulle opération n'en donne de plus avantageux, car elle assure la conservation des

ceps, et préserve la récolte du fléau le plus grand qui l'ait encore atteinte.

Le soufrage des vignes n'augmente pas de beaucoup le prix de revient du vin. Selon les calculs de M. Marès, il n'ajoute aux frais de culture que dans la proportion d'un quart ; or, le prix du vin, sous l'influence de la maladie de la vigne, a, en moyenne, quadruplé.

Le travail de M. Marès, dont nous venons de donner un aperçu, a pour but d'établir la réalité des effets curatifs du soufre, et à nos yeux, il atteint entièrement ce but. Il a été paurtant l'objet de vives contestations, et pendant assez longtemps, les propriétaires du midi de la France ont été partagés sur cette question, en deux camps opposés. Mais le doute ne devait pas longtemps subsister sur le fait de cet important débat. Pendant la campagne viticole de 1856, le soufrage a été employé dans un nombre considérable de localités du midi, comme moyen curatif ou préservatif de l'oïdium, qui avait fait une irruption presque générale dans les vignobles. Exécutée sur une échelle aussi grandiose, l'expérience ne pouvait manquer de trancher définitivement la question de la vertu curative du soufre.

Cette grande expérience est terminée, et les résultats s'en sont manifestés à tous les yeux. Le soufre, employé en grand dans les vignobles du midi pendant l'année 1856, a produit partout les effets les plus remarquables. Il n'y a maintenant qu'une voix dans le pays pour proclamer cette vérité. La question est aujourd'hui si bien vidée, que l'on ne s'occupe plus, dans le département de l'Hérault, siége de la plus grande production viticole de la France, que de se procurer du soufre au meilleur marché possible. Les ateliers pour la distillation du soufre, et la préparation du soufre en *fleur*, c'est-à-dire obtenu par sublimation, ont décuplé dans ces derniers mois, et tous les jours on en

crée de nouveaux. A Montpellier, une usine fondée par M. Bérard, fabricant de produits chimiques, se prépare à livrer au commerce des masses de ce produit. A Béziers, à Narbonne, à Perpignan, on monte des usines semblables, bien que le soufre, qui se vendait, en 1855, 22 francs les 100 kilogrammes se paye aujourd'hui au delà de 50 fr. Ces faits suffisent pour montrer combien les pays viticoles sont convertis à l'opinion que nous avons essayé de défendre, parce que nous y avions vu le salut de la propriété et la conservation de la plus riche industrie de la France.

Une question pratique reste seulement à résoudre : Le soufre sublimé est-il supérieur au soufre simplement réduit en poudre, et tamisé avec une grande finesse ? La différence est énorme dans le prix, et l'on réaliserait une économie immense en se contentant de substituer le soufre brut et pulvérisé avec beaucoup de soin, au soufre divisé que l'on obtient par la distillation. Ce dernier a été reconnu beaucoup plus efficace, en raison de sa plus grande division, qui lui permet d'adhérer davantage au feuillage des vignes, et sans doute aussi de pénétrer plus aisément, par action chimique, dans l'intimité du végétal. Mais, d'un autre côté, le soufre simplement pilé et tamisé jouit d'une activité incontestable, et la question est de savoir si l'économie que l'on réaliserait avec le soufre brut ne compenserait pas sa moindre efficacité sous ce dernier état. C'est une question que l'expérience seule peut trancher et que la campagne prochaine permettra de résoudre.

Les renseignements qui précèdent résultent d'informations particulières que l'on a bien voulu nous adresser de l'Hérault. On nous permettra de citer, à titre de confirmation, l'extrait d'une lettre qui a été lue à la séance de rentrée de la Société centrale d'agriculture, et qui était

adressée par M. H. Marès à M. le docteur Montagne (de l'Institut).

Depuis que l'on est en pleine vendange, écrit M. Marès, on a pu reconnaître le mal immense que l'oïdium a fait, cette année, dans les vignobles de notre département, où il n'a pas été combattu. Dans un grand nombre de communes, la récolte est nulle ou presque nulle. Ce sera la plus mauvaise qu'on ait vue encore, sans en excepter celle de 1854, de triste mémoire pour les vignerons. Les vignes de ceux qui ont rationnellement employé le soufre font exception. Celles-là seules, à peu près, produiront des raisins en bon état et en quantité. Ce résultat, qui est général, a déterminé un véritable engouement pour le soufre. On en fait déjà ses provisions pour l'année prochaine, quoiqu'on le paye au double de sa valeur normale. Les paysans ont ouvert les yeux : *il nous tarde*, disent-ils, *d'être à l'an prochain pour soufrer nos vignes*. Quant aux adversaires de l'emploi du soufre, ils se sont trouvés très-heureux d'en avoir fait usage pour leurs vignes, et ils gardent le silence.

Ce qu'il y a de plus remarquable, ce sont les résultats obtenus dans la malheureuse commune de Frontignan. J'insistai très-vivement auprès de deux propriétaires de cette localité pour qu'ils fissent soufrer leurs vignes, et je vins, à plusieurs reprises, m'assurer que l'opération était bien faite. Le succès a été complet, et ne s'est démenti nulle part, quels que fussent le cépage et l'intensité de la maladie. Les résultats ont été semblables à ceux qui ont été constatés chez moi en 1855 ; ils sont d'autant plus remarquables, que le territoire de Frontignan n'a jamais été plus ravagé par l'oïdium que cette année, Je suis allé le visiter le 12 de ce mois, pour en constater l'état : j'y ai trouvé partout la dévastation la plus complète ; beaucoup de vignes ne seront même pas vendangées. Les parcelles soufrées, disséminées au milieu des autres, présentent, au contraire, une belle végétation et des fruits parfaitement sains. Voilà ce que devraient aller visiter tous les inspecteurs d'agriculture, et ceux qui, tout en se plaignant d'être ruinés par l'oïdium, ne veulent rien faire contre lui. Mais aujourd'hui, chacun est édifié dans notre département ; partout la maladie sera combattue avec acharnement, et comme le prix du soufre en fleur tend à s'élever outre mesure, on monte des fabriques à Montpellier et aux environs. Ainsi, cette question de la maladie de la vigne est aujourd'hui complétement réso-

lue conformément aux vues de la Société impériale et centrale d'agriculture, et les résultats acquis sont aujourd'hui passés dans la pratique.

Nous n'abandonnerons pas le sujet qui vient de nous occuper sans faire remarquer que ce n'est pas seulement contre la maladie de la vigne que le soufre, employé en insufflations sèches, jouit d'une efficacité puissante. L'action curative de ce corps s'étend aussi à la maladie des arbres fruitiers. Depuis quelque temps, les arbres fruitiers, tels que cerisiers, poiriers, pommiers, pêchers, etc., sont envahis par une maladie de la même nature que celle qui attaque la vigne. C'est à une mucédinée du même genre que l'*oïdium Tuckeri* qu'il faut rapporter ces fâcheux effets. C'est du moins ce qu'il est permis d'inférer d'un rapport qui a été lu par le savant et vénérable docteur Montagne (de l'Institut), à la Société centrale d'agriculture, à propos d'un opuscule sur les *Mucédinées parasites de la vigne et du houblon*, adressé d'Angleterre par le révérend S. Berkeley. Des faits contenus dans cette note, M. Berkeley conclut, comme l'avait fait déjà, d'ailleurs, M. Tulasne, en France, que les *oïdium*, en général, ne sont que l'un des états d'autant d'espèces d'*Érysiphées*. Les moisissures blanchâtres qui attaquent un si grand nombre d'arbres fruitiers, dévastant les rameaux qu'elles dépouillent de leurs feuilles, et détruisant toute leur récolte, sont donc de même nature et de même espèce que l'*oïdium Tuckeri*, qui occasionne la maladie de la vigne. Si l'axiome médical : *Naturam morborum ostendunt curationes* peut s'appliquer au monde végétal comme à l'économie animale, l'action curative dont jouit le soufre pour détruire et faire disparaître les effets de l'oïdium des arbres à fruit, est un nouvel argument en faveur de l'identité des deux cryptogames qui attaquent la vigne et les arbres fruitiers proprement dits.

La remarquable efficacité du soufre pour débarrasser les

arbres fruitiers des mucédinées qui les dévorent, est, à nos yeux, incontestable. Nous avons été témoin de ses effets dans divers vergers des environs de Paris. Nous avons vu, au printemps et pendant l'été de l'année 1856, des cerisiers, pommiers, pêchers, etc., qui étaient envahis par des efflorescences tout à fait semblables à celles qui constituent l'*oïdium*, et avaient perdu feuilles et fruits, au point de ne conserver que des rameaux noirs et dénudés, reprendre une végétation active, irréprochable, après une seule insufflation de soufre, employé à sec. Nous savons, en outre, qu'en 1855 l'habile arboriculteur, M. Alexis Lepère, à Montreuil, sauva ses récoltes de pêches par l'emploi du soufre.

Il n'est pas sans importance d'être informé de cette action curative du soufre : les propriétaires tireront un parti utile de cette indication.

XV

MALADIE DU VER A SOIE.

La maladie des vers à soie, dégénérescence des races. — Détresse de l'industrie séricicole. — Race de vers à soie de M. André Jean. — État actuel de la question. — Nouvelles espèces de vers à soie.

Toutes les branches mères de l'agriculture et de l'industrie agricole ont été successivement, depuis un certain nombre d'années, la proie de désastres qui en ont compromis l'existence. Après la maladie de la pomme de terre, qui, pendant longtemps, a presque anéanti, en diverses parties de l'Europe, la production du tubercule précieux qui sert à l'alimentation de populations entières, est venue la maladie de la vigne, qui a placé l'économie viticole, le commerce et la consommation des vins, dans une situation sans exemple. Ensuite s'est montrée la maladie des arbres fruitiers, qui, pour sévir sur des produits d'une moindre importance, n'en est pas moins digne des préoccupations publiques. Enfin, comme pour couronner cette série de fléaux qui s'attaquent aux branches les plus précieuses et les plus étendues de l'industrie agricole, la production de la soie, qui, dans le midi de la France, constitue la seule ressource de nombreuses populations, se trouve, en ce moment, dans une situation désespérée. Depuis un an, le prix des soies a subi une augmentation sans précédent. La cherté et l'insuffisance de ce produit sont telles, qu'une partie des métiers de Lyon ont été forcément arrêtés, et que les fabricants se sont vus contraints d'imaginer des combinaisons nouvelles

de tissus, dans lesquelles la soie, devenue trop rare, est remplacée, en partie, par des fils d'une autre nature. Quelques industries qui exigent certaines variétés de soie, manquent de matière première, et sont obligées de suspendre leur travail. Il faudrait remonter à une époque bien éloignée, pour trouver l'exemple d'une telle perturbation dans la fabrication et le commerce des soies.

Ces résultats si fâcheux, et qui compromettent l'existence même des populations agricoles les plus dignes d'intérêt, sont la conséquence d'une maladie qui sévit sur le ver à soie et sur sa graine. Depuis quelque temps, les symptômes de ce mal s'étaient manifestés, mais ils n'avaient jamais présenté la violence et la généralité qu'ils ont revêtues cette année. En quoi consiste cette redoutable affection?

On a donné, en Italie, le nom de *gattine* au nouveau fléau qui a envahi le ver à soie. Cette maladie consiste dans la difficulté ou l'impossibilité du développement du ver: c'est un véritable rachitisme. Les vers restent petits et disparaissent successivement, les uns dès les premières mues, les autres dans les mues suivantes; enfin, ceux qui parviennent à former leur cocon, produisent des papillons mal conformés, à ailes tronquées ou frisées, s'accouplant mal et pour peu de temps, et la femelle ne donne qu'une très-petite quantité d'œufs.

Pour échapper à ce mal, qui menaçait l'existence de l'espèce entière, et qui allait priver le midi de la France d'une de ses plus riches industries, dans le moment même où il était frappé par la maladie de la vigne, on s'est adressé à l'étranger. La Lombardie et l'Espagne ont envoyé des quantités considérables d'œufs de vers à soie, mais à des prix toujours croissants. Ainsi, l'once d'œufs, qui se vendait 3 francs quand on l'obtenait dans le pays, s'est élevée, en 1856, à 15 francs, et d'ailleurs

sans aucune assurance sur la qualité des produits. En effet, les vers à soie de la Lombardie et de l'Espagne commencent à éprouver le même mal: la Toscane seule a, jusque dans ces derniers temps, échappé en partie au fléau.

La science s'est émue du malheur qui menace une de nos plus riches industries; comme elle l'avait fait pour la maladie de la pomme de terre et celle de la vigne, elle a cherché la cause du mal, afin d'y appliquer un remède.

L'apparition simultanée de tant de fléaux s'attaquant aux animaux et aux plantes a fait croire un moment à une cause générale. Quelques savants, et M. Guérin-Méneville est de ce nombre, avaient cru trouver l'origine de la maladie du ver à soie dans l'altération de la feuille du mûrier, produite par une végétation cryptogamique : de là, selon ce naturaliste, cette dégénérescence qui va toujours augmentant, et fait le désespoir des éducateurs. Mais cette opinion a été bientôt reconnue sans fondement.

D'autres observateurs attribuent la cause de cette maladie: 1° à l'énorme quantité de graine faite par une seule personne, dans un but de spéculation; 2° à une mauvaise méthode dans l'accouplement des papillons.

L'opinion qui précède a été mise en avant, et appuyée de preuves assez satisfaisantes, par un producteur de la Toscane, M. Raphaël Lambruschini, qui, le 23 avril 1856, a adressé sur ce sujet une lettre à la Société centrale d'agriculture.

Selon M. Lambruschini, la dégénérescence des vers à soie est due à deux causes : d'abord, à la fabrication, sur une grande échelle, des graines nécessaires au commerce. Pour parvenir à n'élever que des vers sains, bien constitués et capables de fournir une soie riche et belle, il importe d'examiner les papillons un à un, d'une manière minutieuse, afin de rejeter tous ceux qui présente-

raient quelque irrégularité dans les organes. Or, ce travail, indispensable, ne peut être fait dans ces vastes magnaneries qui opèrent sur des millions d'insectes, et dont l'intérêt consiste à livrer chaque année au commerce la plus grande quantité possible de graines. On comprend, dès lors, que ces centres de production répandent partout des germes mal constitués, capables de produire la *gattine*.

La seconde cause a été révélée par l'observation. M. Lambruschini, soupçonnant que les six heures pendant lesquelles on laisse les papillons s'accoupler ne suffisent point pour obtenir une graine de bonne qualité, a prolongé ce temps au delà de vingt-quatre heures, et il assure avoir obtenu ainsi des produits irréprochables.

En résumé, M. Lambruschini conseille à chaque propriétaire de faire lui-même sa graine, d'en surveiller minutieusement toutes les transformations par un triage rigoureux; enfin, de laisser les papillons s'accoupler aussi longtemps que leurs forces le permettent. Il faut, selon M. Lambruschini, que chaque propriétaire, en obtenant lui-même sa graine, se contente d'en préparer pour ses besoins de l'année; qu'il surveille attentivement la naissance des papillons; qu'il écarte sévèrement tous ceux, mâles et femelles, qui montreraient même une ombre d'imperfection ou de langueur; qu'il élève les vers régulièrement et à une température modérée. Il doit également choisir pour la graine, les vers les plus sains et les plus vigoureux. En procédant ainsi, il est probable que la maladie des papillons, et des vers qui en proviennent, finira par disparaître des magnaneries.

Ce qui semble justifier l'opinion de M. Lambruschini, c'est que l'apparition de la *gattine* a coïncidé avec l'époque où les fabriques d'œufs ont été établies. La seule contrée qui, jusqu'à ce jour, ait été à peu près épargnée par le

fléau, c'est la Toscane. Or, dans ce pays, on a conservé un vieil usage qui a été généralement abandonné en France : chaque magnanier fait sa graine, en fait peu, et apporte le plus grand soin dans le choix des cocons qui ont cette destination.

Cependant l'opinion émise par M. Lambruschini perd considérablement de sa valeur, en présence des résultats fournis par le système d'éducation de M. et Mme André Jean, système qui est applicable à la production des graines sur une grande échelle. Des expériences ont été faites l'année dernière, à Neuilly, sous le patronage de la Société d'encouragement, pour prendre connaissance de cette méthode d'éducation. Une commission fut chargée de suivre la marche des opérations, et, frappée des magnifiques résultats obtenus, elle a fait un rapport favorable, dont les conclusions ont valu à M. et Mme André Jean une des plus hautes récompenses de la Société d'encouragement[1]. Il est maintenant bien établi que M. André Jean, par une méthode dont l'application compte plus de quinze années d'existence et de soins, a réussi à conserver une race excellente. Les plus beaux cocons blancs que l'on a admirés à l'Exposition universelle provenaient de cet éducateur.

Dans la séance du 4 juin 1856, M. Dumas a donné à l'Académie des sciences communication de la méthode de conservation des graines employées par M. André Jean. Les détails de cette méthode n'ont pas été livrés à la publicité, nous ne pouvons donc en rien dire. Il paraît que l'auteur demande une récompense au gouvernement pour rendre ses procédés publics. En effet, dès que la divulgation en aura été faite, chacun sera en état d'en profiter, et l'inventeur se trouverait ainsi dépossédé des avantages

1. Voir, à la fin de ce volume, la liste des prix de la Société d'encouragement.

d'une découverte qui lui a coûté de longues années de soins, de dépenses et de travaux.

Nous ne voulons pas nous immiscer dans cette question personnelle. Si les procédés de M. André Jean sont de nature à rendre à l'industrie séricicole les services que réclame sa désastreuse situation, il y a évidemment intérêt pour tous à ce qu'ils soient acquis de l'inventeur et rendus publics. Mais cette méthode a-t-elle en réalité l'efficacité que l'on paraît disposé à lui attribuer? C'est un point qui nous semble encore douteux. Quand on voit toutes les graines de ver à soie, quelles que soient leur origine et leur provenance, être indifféremment envahies par le nouveau fléau, on peut craindre que la race conservée par M. André Jean n'échappe pas mieux que les autres aux atteintes du mal. C'est ce qui paraît résulter des réflexions qui ont été présentées à ce sujet par M. de Quatrefages, dans la séance du 11 juillet, de l'Académie des sciences.

M. de Quatrefages a fait remarquer que la maladie des vers et de leurs œufs pourrait bien être autre chose qu'une question d'amélioration de race; que des influences locales semblent agir sur la graine elle-même d'une manière désastreuse, et que dès lors, le problème est bien plus compliqué qu'il peut le paraître au premier coup d'œil. A l'appui de cette opinion, M. de Quatrefages a communiqué à l'Académie une lettre d'un producteur des Cévennes, M. Adrien Angliviel, observateur intelligent et instruit, qui se préoccupe depuis longtemps des dangers qui menacent l'industrie des soies.

.... La situation est lamentable, dit M. Adrien Angliviel, et digne de la plus sérieuse attention de la part des savants et du gouvernement. Le produit de nos terres, ensemencées, serait loin de nous nourrir, et que mettre à la place d'une industrie qui a élevé à plus de *cinquante mille francs* la valeur d'un hectare de terrain, premier choix?

Il ne s'agit pas encore d'améliorer les races, mais bien de préserver l'espèce elle-même du danger *actuel* dont elle est menacée. Un propriétaire d'Aigues-Vives, aux environs de Nîmes, s'était occupé avec beaucoup de succès de perfectionner la race de nos vers par l'application des principes suivis en Angleterre pour les animaux supérieurs. J'avais eu, il y a cinq ans, une once de sa graine, qui m'avait produit 125 livres, résultat insolite. De *magnifiques cocons* j'eus de *très-beaux papillons*, qui produisirent *beaucoup* de graine, laquelle, contre toute attente, fut complétement infectée, et ne produisit rien ou presque rien l'année d'après. L'accident fut général, et ce producteur de graine cessa complétement son industrie. Il est évident qu'il y a infection, et que cette infection peut se produire ainsi subitement, sans symptômes précurseurs appréciables. Or, c'est la recherche de ces symptômes qu'il serait essentiel de poursuivre, après avoir préalablement constaté la vraie nature du mal. En général une *première graine* de cocons d'origine étrangère donne de la graine *bonne* : une nouvelle ponte obtenue avec les produits de cette dernière graine donne des produits infectés.

Ainsi, la maladie peut envahir une graine de ver à soie sans qu'aucun symptôme, aucun signe extérieur, appréciable d'avance, vienne trahir son action. On comprend donc combien il serait prématuré d'accorder une confiance absolue à une graine quelle qu'elle soit.

Nous regrettons de ne pouvoir donner, sur le sujet affligeant qui vient de nous occuper, aucune conclusion plus nette ou plus consolante. La matière est obscure, l'avenir incertain. Nous ne pouvons qu'exposer l'état actuel de la question, appelant sur elle toute la sollicitude des savants et des personnes en mesure de l'élucider par leurs observations ou leurs recherches. L'industrie et le commerce des soies, la fabrique lyonnaise, les intérêts et presque l'existence de l'honnête et industrieuse population des Cévennes, dépendent de la solution de ce problème. Voilà des stimulants bien dignes d'exciter le zèle et les travaux des naturalistes.

La situation si fâcheuse dans laquelle se trouve l'industrie des soies donne un caractère tout particulier d'intérêt et d'utilité aux essais que l'on fait en ce moment pour acclimater en France de nouvelles espèces de vers à soie qui, peut-être, résisteront mieux que les nôtres aux influences qui les menacent.

Le ver à soie du mûrier n'est pas, en effet, la seule espèce de *Bombyx* que les agriculteurs de l'Inde élèvent pour en obtenir des matières textiles. Plusieurs autres espèces dont les produits ne sont pas encore introduits en Europe, sont depuis longtemps connues en Asie. Il en est une, parmi ces dernières, qui est l'objet, dans ces contrées, d'une industrie importante, c'est l'*Harrindy arria* des Hindous, ou *Bombyx cynthia* des entomologistes. Sa chenille vit sur le ricin commun, et la soie qu'elle donne, quoique beaucoup moins belle, à la vérité, que celle du bombyx du mûrier, est néanmoins fort utile, car elle est d'une solidité remarquable. Dans plusieurs parties de l'Inde, elle sert à l'habillement journalier de la classe pauvre pendant toute l'année, et à celui de toutes les classes pendant l'hiver. « L'étoffe qui en est faite, rapporte le docteur Roxburg, l'un des premiers auteurs qui nous l'ont fait connaître, est en apparence lâche et grossière, mais elle est d'une dureté incroyable. La vie d'une seule personne suffit rarement pour user un vêtement de cette espèce, de telle sorte qu'une même pièce d'étoffe passe souvent de la mère à la fille. » Ce qu'il faut encore remarquer, c'est que le ver à soie du ricin est très-productif. Sa croissance est si rapide, et les générations se succèdent à des époques si rapprochées, qu'on obtient d'ordinaire six ou sept récoltes de soie par an. Le ricin, dont les feuilles servent de nourriture à ce bombyx, est d'une culture facile, non-seulement dans l'Inde, mais jusqu'en France. Enfin, indépendamment de son utilité pour l'alimentation des vers à soie, cette plante est précieuse en

raison de l'huile retirée de ses graines, qui trouve dans la médecine un emploi important.

Les avantages qu'offrirait l'introduction du *Bombyx cynthia* en France, et surtout en Algérie, ne pouvaient échapper à l'attention des naturalistes; mais la rapidité avec laquelle les œufs éclosent et le peu de durée de la période de reclusion de la nymphe, semblaient devoir rendre le transport de ce ver à soie, de l'Inde en Europe, très-difficile. Aussi, jusqu'en ces derniers temps, s'était-on borné à émettre des vœux et à exciter à ce sujet le zèle des voyageurs. Aujourd'hui pourtant, le résultat désiré est obtenu; on a commencé d'entreprendre avec succès l'acclimatation en France du ver à soie du ricin.

Le *Bombyx cynthia* a été d'abord élevé à Malte, par M. William Reid, gouverneur de cette île; il fut ensuite propagé dans quelques parties de l'Italie. C'est grâce à l'obligeance de M. Savi, professeur à l'Université de Pise, que M. Milne Edwards a pu l'introduire en France. Dans une note qu'il communiqua à l'Académie des sciences, en 1855, M. Milne Edwards rendit compte des résultats qu'il avait obtenus, en essayant, au Jardin des Plantes, l'éducation de la nouvelle chenille.

Notre habile naturaliste, ayant reçu de Pise des graines de vers à soie du ricin, les plaça dans les conditions qui lui paraissaient les plus favorables à leur éclosion. Il obtint en effet des chenilles, qui fournirent ensuite d'excellents cocons. La soie de ces cocons put être examinée et soumise à des essais qui ne se montrèrent point désavantageux. Il paraît seulement que le dévidage de ces cocons présente des difficultés que l'on n'a pu jusqu'ici surmonter que d'une manière très-incomplète.

La *Société d'acclimatation* s'est occupée d'un objet tout semblable en essayant d'introduire en France le ver à soie du chêne. Elle reçut, en 1855, de M. de Monti-

gny, notre consul en Chine, des cocons du fameux ver à soie du chêne, si commun dans le nord de la Chine, et dont la soie sert à habiller plusieurs millions d'habitants de ce vaste empire. Les cocons dont les chrysalides n'avaient pas péri dans le trajet furent placés dans des conditions convenables, et après en avoir envoyé en Algérie, en Italie et en Suisse, la *Société d'acclimatation* confia à M. Guérin-Méneville le soin de tout disposer pour assurer, autant que cela était possible, l'éclosion des papillons, leur fécondation et leur ponte.

Les essais de M. Guérin-Méneville ont très-bien réussi. Les cocons obtenus ont fourni une soie fort semblable à celle que l'on obtient en Chine.

Les papillons du ver à soie du chêne, si communs dans certaines parties de la Chine, forment une espèce nouvelle qui paraît n'avoir jamais été apportée en Europe, car elle ne figure ni dans les ouvrages des savants, ni dans les collections publiques ou privées.

M. Guérin-Méneville s'est attaché à distinguer la nouvelle espèce de ver à soie qu'il vient de faire connaître et qu'il décrit sous le nom de *Bombyx Pernyi*, d'une autre espèce (*Bombyx mylita*) qui vit au Bengale et dans toutes les parties chaudes de l'Inde, et produit la variété de soie désignée sous le nom de *tussah*.

M. Guérin-Méneville a déposé sur le bureau de l'Académie des sciences deux boîtes contenant les magnifiques papillons vivants du ver à soie du chêne et du ver à soie *tussah*, afin que l'on pût apprécier les différences qui les distinguent. Il y avait joint deux petites pelotes de soie *grége* et *dévidée* provenant de ces deux espèces de cocons, et dont l'une, celle du *tussah*, avait été dévidée dans l'Inde, et l'autre, celle du *Pernyi* ou ver à soie du chêne, avait été dévidée à Lyon. Cette dernière, ainsi que la soie *tussah*, présente un fil soyeux très-brillant et d'une couleur brun pâle comme du fil écru ; mais cette soie, considérablement

plus forte que la soie ordinaire, peut prendre toutes les couleurs à la teinture.

Tout semble faire espérer que notre industrie retirera plusieurs avantages de l'introduction en France de ce nouveau ver à soie, qui vit sous un climat tout à fait analogue à celui du centre et du nord de la France. Il suffirait de placer ces chenilles sur des taillis de chêne, pour transformer les feuilles inutiles de cet arbre en une soie d'une force et d'une durée considérables. Différant d'ailleurs de la magnifique soie fournie par les vers à soie du mûrier que l'on élève dans le midi de la France, ce nouveau produit ne nuirait pas davantage à la production de cette dernière qu'elle ne le fait en Chine.

La Société d'acclimatation a reçu des glands des deux espèces de chênes qui nourrissent, en Chine, ces précieux vers à soie. Ces glands ont parfaitement germé et assurent ainsi l'introduction de ces deux chênes, qui appartiennent à des espèces nouvelles. En attendant que ces arbres soient développés, M. Guérin-Méneville ne doute pas que les vers à soie *Pernyi* ne s'accommodent très-bien de nos chênes de France; car cette espèce appartient au groupe des insectes les plus polyphages que l'on connaisse.

XVI

ACCLIMATATION D'ESPÈCES NOUVELLES.

1

L'hémione.

Le Jardin des Plantes de Paris possède, depuis peu de temps par les soins assidus et éclairés de M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, de nouveaux hôtes bien dignes d'un bon accueil : c'est une espèce, jusqu'ici fort peu connue, du genre cheval, qui paraît appelée à rendre à l'homme d'importants services. On espère pouvoir multiplier facilement les individus que l'on possède de cette espèce nouvelle, et la répandre en France, où elle deviendrait un auxiliaire très-utile du cheval.

Le genre cheval, comprend, dans l'état actuel, six espèces : le cheval, l'âne, l'hémione ou *dzigettaï*, le daw, le couagga et le zèbre.

De ces six espèces du genre cheval, deux seulement rendent à l'homme d'immenses services ; les quatre autres n'ont jamais été utilisées. Néanmoins, elles sont si voisines les unes des autres, par leur genre de vie, par leur conformation, qu'il n'est guère douteux qu'on ne puisse tirer de toutes le même parti. Les trois premières espèces de chevaux que nous avons citées sont originaires de l'Asie ; les trois dernières appartiennent à l'Afrique; elles se distinguent par les bandes noires qui décorent leur pelage.

Buffon et Daubenton avaient espéré pouvoir acclimater le zèbre, mais leur vœu n'a pas été réalisé.

Le zèbre a été pourtant quelquefois dompté au cap de Bonne-Espérance. En Europe même, selon M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, on aurait possédé des individus assez bien dressés pour que de riches particuliers aient pu étonner les regards du public par le luxe de leurs montures ou de leurs attelages zébrés. Il est à regretter que les zèbres soient si rarement amenés en France. Ce serait, en effet, un beau spectacle dans nos promenades, que ces magnifiques animaux servant de montures ou attelés à de brillants équipages.

Le *couagga*, qui habite les plateaux de la Cafrerie, paraît aussi de nature à être apprivoisé. L'essai en a été tenté plusieurs fois, avec succès, au cap de Bonne-Espérance.

Le *daw*, qui a été découvert plus récemment que les autres espèces de chevaux, tient en quelque sorte le milieu entre le zèbre et le couagga ; il vit particulièrement dans les parties montagneuses du sud de l'Afrique. Plusieurs daws ont vécu longtemps à la ménagerie du Muséum d'histoire naturelle de Paris. On a eu des produits jusqu'à la troisième génération : l'un d'eux a souvent été attelé pour le service de la ménagerie.

Il est donc certain que ces trois premières espèces de chevaux pourraient être acclimatées dans notre pays et domptées presque aussi facilement que nos chevaux domestiques ; seulement, la difficulté de faire venir en Europe un nombre un peu considérable de ces animaux, rend fort difficile toute tentative sérieuse d'acclimatation.

Grâce aux efforts longtemps continués de M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, nous sommes plus avancés à l'égard de l'hémione. Le Jardin des Plantes de Paris possède maintenant plusieurs individus de cette intéressante es-

pèce, nés à la ménagerie. Le public s'empresse d'examiner et d'apprécier les formes et les habitudes de ces jeunes animaux ; il ne sera donc pas sans intérêt d'en donner ici une description un peu détaillée.

L'hémione, comme l'indique son nom (ἡμίονος, demi-âne), est un animal en quelque sorte intermédiaire entre le cheval et l'âne. Déjà connu d'Aristote et d'Élien, il fut oublié pendant des siècles. C'est le naturaliste Pallas qui, à la fin du XVIIIe siècle, le décrivit le premier avec soin.

L'hémione présente un pelage ras et lustré, d'une teinte isabelle ou café au lait clair sur les parties supérieures et latérales du corps, et d'une couleur blanche sur les parties inférieures et internes. A la face externe des membres, se dessinent des raies transversales d'une teinte isabelle pâle La crinière, qui est noirâtre, commence un peu en avant des oreilles et s'étend jusqu'au garrot, en diminuant insensiblement de longueur; elle se continue en une bande de même couleur, qui règne tout le long de la ligne dorsale, se rétrécit assez brusquement après avoir dépassé les hanches, et finit en pointe sur le haut de la queue. Celle-ci est couverte de poils ras et se termine par un bouquet de crins noirâtres.

L'hémione est un peu plus petit que le cheval, un peu plus grand que l'âne; les oreilles sont moins longues que chez ce dernier, et ressemblent, par leur coupe et leur mode d'implantation, à celles du cheval. Les narines, au contraire, sont d'une forme particulière ; leurs ouvertures figurent deux croissants, dont la convexité est tournée en dehors. Somme toute, l'hémione est un animal du plus agréable aspect.

L'hémione se trouve abondamment aux Indes, dans le pays de Cutch, au nord de Guzarate; mais, malgré cette abondance, il n'est pas toujours facile de s'en procurer. Sa rapidité à la course étant plus grande que celle des che-

vaux, on ne peut parvenir à l'atteindre : ce n'est qu'à l'aide de piéges que l'on réussit à s'en emparer.

En 1838, M. Dussumier, armateur de Bordeaux, procura au Muséum de Paris trois hémiones adultes, un mâle et deux femelles. C'était la première fois que l'espèce figurait dans cette ménagerie, et, depuis cette époque, on n'en a possédé aucun autre individu venant de l'Inde. Ces trois hémiones n'ont pas tardé à donner des produits. Jusqu'à l'époque actuelle, on en compte onze ou douze, dont deux métis d'hémione et d'ânesse. On peut dire que c'est un grand résultat pour un si court espace de temps, si l'on songe que la durée de la gestation est de près d'une année, et le développement de trois ans, comme celui du cheval.

Un tel résultat prouve, de la manière la plus positive, que l'hémione pourra facilement être acclimaté et domestiqué dans notre pays « Non-seulement, dit M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, la race n'a pas dégénéré en domesticité, mais elle s'est fortifiée et développée. Le mâle indien que nous avons possédé était loin d'avoir la taille et la beauté de ses fils et petits-fils. » — « On voit en ce moment, écrivait le même savant à la fin de l'année 1854, une de ces femelles nées à la ménagerie, qui, à son tour, allaite son petit, âgé de sept mois, et déjà d'une aussi haute stature qu'elle-même. Ce jeune hémione a pour père un individu né, comme sa mère, à la ménagerie : il est donc *complétement français*. Il est aussi complétement acclimaté; jamais son écurie n'a été le moins du monde chauffée, et cependant l'hiver qu'il vient de traverser, tout jeune encore, est l'un des plus rigoureux qu'on ait vus depuis longtemps. »

Ainsi le moment approche où nous serons en possession d'une espèce chevaline de plus. L'hémione est, en effet, de nature à rendre de nombreux services, et plus d'une fois il sera préféré, soit à l'âne soit au cheval.

Ajoutons que l'on trouvera, sans doute, des qualités particulières à ses hybrides. L'hémione, au Muséum d'histoire naturelle de Paris, a produit avec l'âne; à Knowsley, dans la ménagerie de lord Derby, il a produit avec le daw. On regrette de ne pas avoir encore obtenu son croisement avec le cheval; car, vraisemblablement, il ne se présenterait non plus aucune difficulté de ce côté.

Chose remarquable, le mulet d'hémione et d'ânesse est fécond; c'est un individu mâle d'une grande vigueur : il a produit plusieurs fois avec des ânesses et une fois avec une femelle d'hémione. Ceci offre un haut intérêt au point de vue de la physiologie des espèces et des races. Rien n'est plus rare, on le sait, que de voir un mulet issu du cheval et de l'ânesse apte à se reproduire; en serait-il autrement pour les mulets nés du croisement de l'âne et de l'hémione? M Émile Blanchard est porté à le croire, la parenté entre ces deux espèces étant plus grande, dit ce naturaliste dans une note qu'il a publiée sur l'*hémione*, que celle qui existe entre l'âne et le cheval.

Un dernier mot sur le service que peut nous rendre l'hémione. Lorsqu'on a parlé d'utiliser cet animal, on a craint un moment qu'il ne fût impossible de le dompter et de le dresser. On sait aujourd'hui à quoi s'en tenir sur ce point important. Un des hémiones du Muséum a pu, en quelques mois, être rendu assez docile pour être conduit à grandes guides de Versailles à Paris. Selon M. Richard (du Cantal), l'hémione n'offre pas plus de difficultés au dressage, que les chevaux élevés dans nos pâturages et dressés de quatre à cinq ans. Deux individus de la ménagerie du Muséum, confiés à M. le baron de Pontalba, ont, au bout de très-peu de temps, été montés sans difficulté.

Il n'y a donc plus qu'à attendre le moment où les hémiones seront devenus assez nombreux pour être livrés à l'industrie. La *Société zoologique d'acclimatation* fait, en ce moment, tous ses efforts pour amener de l'Inde un certain

nombre de ces animaux, et réaliser ainsi, le plus tôt possible, le but pratique qu'il importe d'atteindre, c'est-à-dire répandre, pour l'usage du public, ce nouvel et précieux animal auxiliaire.

2

L'igname de la Chine.

Depuis quelques années, qui n'a entendu parler de l'igname de la Chine, ce tubercule savoureux destiné à remplacer la pomme de terre, et à tenir, sur nos tables, la place du précieux végétal tiré du nouveau monde, dont la race, quoique bien jeune encore, semble s'abâtardir dans les champs du monde ancien? Comme l'indique son nom, l'igname est originaire de la Chine. A la suite de son voyage et de son séjour prolongé dans ces contrées, M. de Montigny, notre consul, rapporta en France, il y a quelques années, cette plante que les botanistes désignent sous le nom de *Dioscorea batatas*. Le Muséum d'histoire naturelle de Paris s'empressa de la soumettre à une culture d'essai, destinée à fournir des renseignements exacts sur l'importance de ce nouveau produit agricole. Entreprise sous la direction de M. Decaisne, cette culture a été très-heureusement terminée, et l'on est fixé aujourd'hui sur ce végétal intéressant qui paraît destiné à trouver sa place dans l'agriculture nationale, et à fournir à l'alimentation publique de précieuses ressources.

Disons, pour commencer par quelques indications botaniques, que l'igname de la Chine appartient à la famille des *dioscorées*. Par son aspect, elle ressemble parfaitement au *tame* de notre pays que l'on rencontre si fréquemment sur la lisière des bois. Elle a tout le port de cette dernière plante, sa tige volubile, ses feuilles en cœur et ses fleurs disposées en épis : la ressemblance est telle entre ces

deux plantes, qu'il serait facile de les prendre l'une pour l'autre si elles croissaient ensemble; elles ne diffèrent que par les racines. Les racines du tame sont irrégulièrement divisées et recouvertes d'une écorce brune, fendillée ; celles de l'igname de Chine ne présentent qu'une mince pellicule épidermique de couleur fauve ou de couleur café au lait que percent de nombreuses radicelles. Ces tubercules, toujours parfaitement simples, sans aucune ramification, s'enfoncent perpendiculairement dans le sol ; leur grosseur est communément celle du poignet, et leur longueur varie entre 30 et 35 centimètres. Amincis à la partie supérieure, ils se renflent insensiblement et atteignent leur plus forte dimension près de leur extrémité inférieure. Le poids moyen de chaque tubercule, dans les cultures du Muséum, a été de 300 grammes, mais plusieurs ont atteint un poids beaucoup plus élevé. Chaque pied d'igname ne donne naissance qu'à une seule racine.

La multiplication du *Dioscorea batatas* s'effectue avec une merveilleuse facilité par tronçons de racines et par boutures de tiges. Bien que la racine ne porte pas d'yeux, comme la pomme de terre, quel que soit le point où l'on a coupé le tronçon, on voit toujours en sortir une tige, lorsque le tronçon a passé quelque temps en terre. Les cultivateurs chinois ne se servent pour planter que de la partie supérieure et amincie des tubercules ; ils réservent pour leur consommation alimentaire la partie inférieure, toujours beaucoup plus volumineuse. La multiplication par boutures se fait soit en enterrant les tiges, sans les couper, dans de petites rigoles d'où on ne laisse sortir que les feuilles, soit en plantant des fragments de tiges coupées entre deux nœuds, et conservant les deux feuilles opposées, ou bien encore en fendant longitudinalement les tiges, de manière à obtenir deux fragments d'une même paire de feuilles, dont chacune emporte son bourgeon axillaire, qui s'allonge dans

l'année en petits tubercules. Si le temps est tiède et la terre un peu humide, ces boutures s'enracinent avec une promptitude extrême, et donnent en deux ou trois mois des tubercules de la grosseur et de la longueur du doigt, c'est-à-dire dans les meilleures conditions pour servir de semence. Dans le cas où les tiges ont été enterrées entières, il se forme un tubercule à chaque nœud; quelques-uns même deviennent assez gros pour être livrés directement à la consommation.

Les tubercules de l'igname de la Chine sont, à l'intérieur, d'une blancheur parfaite. La chair en est tendre et cassante, et lorsqu'on la divise, elle laisse échapper un suc visqueux et d'apparence laiteuse qui disparaît par la cuisson. Elle ne renferme d'ailleurs aucune fibre résistante, et se résout en entier en une pulpe féculente semblable à celle du riz. Dix minutes d'immersion dans l'eau bouillante suffisent pour la réduire en pâte; cuite simplement sous la cendre, elle prend beaucoup de consistance, et rappelle, par l'aspect et la saveur, la meilleure pomme de terre. Elle se prête d'ailleurs à toutes les préparations culinaires qu'on fait subir à ce dernier produit.

L'igname de Chine, arrachée et emmagasinée, semble se conserver aussi bien que la pomme de terre, car elle n'est pas sujette à germer, comme celle-ci, dans les caves.

Les tubercules de l'igname ont été soumis à l'analyse chimique par M. Frémy, qui a reconnu que ce produit présente au plus haut degré les caractères d'un tubercule alimentaire. Les principes immédiats que renferme l'igname de la Chine sont en grande partie les mêmes que ceux qui existent dans la pomme de terre. Ainsi M. Frémy a reconnu que l'igname contient 16 pour 100 de fécule. La pomme de terre renferme, il est vrai, une proportion plus forte d'amidon, puisqu'elle peut donner jusqu'à 20 pour 100

de cette matière. Mais on trouve, en revanche, dans le *Dioscorea* un principe azoté fort remarquable, et que M. Frémy signale d'une manière toute particulière. Ce produit, qui ne se rencontre pas dans la pomme de terre, est une sorte de mucilage qui communique au *Dioscorea* des propriétés onctueuses et donne à ce tubercule, une fois cuit, sa consistance pâteuse. Le principe mucilagineux de l'igname ne ressemble pas d'ailleurs aux substances gommeuses qui existent dans les autres végétaux; il se rapproche de l'albumine en ce qu'il est azoté et coagulable par la chaleur. On ne saurait toutefois le confondre avec l'*albumine végétale;* car il ne se coagule qu'après une longue ébullition, et se retrouve en grande partie à l'état soluble dans l'igname qui a été cuit ou desséché à une température même assez élevée. Ainsi l'igname de Chine, coupée en petites rondelles et desséchée à l'étuve, donne une matière qui se laisse réduire en poudre et qui, traitée par l'eau, forme une pâte rappelant par sa plasticité celle qui est produite par la farine de froment. « Nous ne voulons pas établir, ajoute M. Frémy, que le principe azoté de l'igname, dont la proportion dans ce tubercule ne dépasse pas 2 centièmes, puisse être assimilé au gluten qui existe dans la farine de froment; nous voulons seulement appeler l'attention sur un corps qui permettra peut-être de faire entrer pour une certaine proportion le *Dioscorea batatas* dans la confection du pain. »

Ainsi l'analyse chimique signale les plus grands rapports entre la composition de l'igname et celle de la pomme de terre, et ce résultat rend compte des propriétés nutritives qui font consommer en Chine une si grande quantité de ce tubercule.

Le développement du *Dioscorea* est rapide, et, comme l'ont montré les essais de M. Decaisne, sa culture n'offre dans nos climats aucune difficulté. Vers le milieu d'avril, M. Decaisne fit planter des tronçons de tuber-

cules et des tubercules entiers de ce végétal. Les plantes étaient espacées de 50 centimètres en tous sens; l'expérience a montré qu'il aurait fallu les rapprocher beaucoup plus; néanmoins la végétation marcha régulièrement. De longues tiges sarmenteuses se développèrent avec vigueur et se couvrirent d'un épais feuillage. Au commencement d'août, elles donnèrent beaucoup de fleurs; enfin, vers le milieu de septembre, les plantes prirent une teinte jaune, indice de leur prochaine maturité.

Il est probable que le développement du *Dioscorea* serait plus rapide encore sous une latitude plus méridionale que celle de Paris. Les tiges étant annuelles peuvent facilement être mises à l'abri du froid, en ne procédant à la plantation que quand les gelées ne sont plus à craindre; quant à la racine, elle passe très-bien l'hiver en terre, ainsi que l'ont prouvé quelques pieds qu'à dessein on n'avait pas arrachés en 1853, et qui essuyèrent impunément 12 ou 14 degrés de froid à la fin de décembre 1854.

Telles sont, en résumé, les qualités qui recommandent l'igname de la Chine à l'agriculture française. Quant aux difficultés qui pourront s'opposer à son introduction dans notre pays, elles résident dans une circonstance unique, mais qui ne manque pas de gravité : c'est la direction perpendiculaire de son tubercule, qui, s'enfonçant quelquefois à plus d'un demi-mètre de profondeur, rend difficile l'opération de l'arrachage. La forme du tubercule, dont la partie la plus large se trouve à son extrémité inférieure, contrairement à ce que présente la betterave, constitue un autre inconvénient pour l'extraction. En Chine, où l'on fait usage de cette plante depuis un temps immémorial, on la cultive ordinairement sur des talus élevés de 20 à 30 centimètres; ce qui facilite considérablement l'arrachage sans diminuer le rendement. Cette particularité n'offre qu'un bien léger inconvénient pour un peuple dont l'agriculture n'est, à proprement parler, qu'un jardinage,

et où l'on exécute à la main presque tous les travaux des champs. Mais pourra-t-il en être de même en Europe? L'avenir agricole de l'igname de Chine paraît résider tout entier dans cette question. Si le problème de l'arrachage facile n'est pas résolu, le *Dioscorea* restera parmi nous une plante de jardinage ou de petite culture, ce qui diminuerait considérablement le bénéfice de son introduction.

3

Le *Sorgho sucré.*

Comme l'igname, une autre plante alimentaire qui a été également importée de la Chine par M. de Montigny, le *sorgho sucré*, est appelée à jouer un grand rôle dans notre agriculture, en se prêtant à un grand nombre d'usages divers et des plus utiles.

Le *sorgho sucré* a été introduit en France en vue d'y être soumis à la grande culture, et pour offrir une source importante de matières sucrées, et par conséquent d'alcool. Des essais nombreux sont entrepris en ce moment, pour la culture de cette plante sur une grande échelle. Mais elle ne doit pas rester le partage exclusif de la grande culture; ses qualités nombreuses et variées ont déjà marqué sa place dans la petite propriété.

Pour que ce résultat puisse être atteint, il importe que les diverses qualités du sorgho soient très-généralement connues. La Société d'acclimatation fait, dans ce but, sous l'inspiration de son président, M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, les plus louables efforts.

L'un des membres les plus actifs de la Société d'acclimatation, M. de Lacoste, a publié, au mois d'octobre 1856, une courte note qui fait connaître et résume les propriétés précieuses qui distinguent le sorgho, et recommandent l'emploi de ce végétal à la petite propriété.

On a déjà beaucoup écrit sur le sorgho sucré ; on a indiqué un grand nombre de destinations auxquelles les produits de cette plante peuvent se prêter. Tout en elle est utile, selon M. de Lacoste. Avec les feuilles, que des tiges de 2 à 3 mètres de hauteur produisent en abondance, on élève avec succès un nombreux bétail. Sa graine nourrit la volaille ; elle remplace avantageusement l'orge pour les chevaux ; seule, elle peut défrayer le colon des frais de culture. La farine qu'elle produit sert à préparer, pour l'homme, des mets sains et délicats ; la médecine pourra l'employer comme laxatif, et à l'extérieur comme résolutif. Soumise à l'action d'agents chimiques, la pellicule du sorgho fournit des teintures pour l'industrie et les ménages. Le parenchyme lui-même peut être utilisé, soit pour la nourriture des animaux, soit pour l'industrie. Enfin, de la tige, partie principale de la plante, on extrait un jus sucré, avec lequel on peut obtenir du sirop, du tafia, de l'eau-de-vie, du vin, du vinaigre, mais plus avantageusement de l'alcool et du sucre. Seulement, les ustensiles appropriés aux divers traitements que peut subir le sorgho ne sont pas à la portée de tous les agriculteurs, et beaucoup d'entre eux renonceraient peut-être à la culture de cette plante, malgré son utilité reconnue, s'ils ne pouvaient conserver l'espoir, la certitude même, de tirer parti de leur récolte.

M. de Lacoste, dans la note qu'il a lue à la Société d'acclimatation, a donné connaissance d'un procédé très-simple, très-rustique, si on peut s'exprimer ainsi, pour retirer des tiges du sorgho un véritable sirop capable de composer pour nos paysans une provision excellente de matière sucrée.

Lorsque les tiges sont mûres, dit M. de Lacoste, c'est-à-dire lorsque la graine passe du jaune foncé au rouge, point qui marque la maturité complète de la plante, faites la récolte. On profite ensuite du premier loisir pour couper, soit avec un

hache-paille, soit avec tout autre instrument, les tiges par morceaux en rondelles ; on verse dans le vase quelques litres d'eau, puis on le place sur un foyer assez vif ; on laisse bouillir longtemps, jusqu'à ce qu'on ait obtenu une espèce de marmelade. On retire du feu ce premier rendement, afin d'exprimer le jus et de mettre de côté le résidu ; on remet le jus sur le feu. Pendant la cuisson, on purifie la liqueur en jetant par intervalles, dans la chaudière, de l'eau de chaux ou bien une solution alcaline ; on peut employer la poudre de chaux : 330 grammes suffisent pour saturer 50 kilogrammes de suc. On finit de clarifier le jus avec de l'albumine.

Le jus, ayant été ainsi traité, est placé dans des vases de terre qu'on déposera, autant que possible, dans un endroit qui ne sera exposé ni à l'humidité ni à la chaleur.

J'ai fait faire cette opération par un petit cultivateur qui était resté, pendant deux ans, rebelle à l'adoption du sorgho. J'avais un but qu'on comprend sans peine : l'exemple ne pouvait manquer d'être suivi. Tout paysan maintenant peut avoir son sirop, car le sirop ou mélasse dont on s'approvisionne dans les raffineries est le sucre du ménage campagnard dans beaucoup de pays.

Nous n'avons pas besoin d'ajouter qu'on tirera un excellent parti du résidu de cette opération, qui est fort riche en principe sucré. Si on ne le donnait pas au bétail, on l'utiliserait en le mettant dans la cuve où fermente la vendange. Le procédé décrit par M. de Lacoste sera donc très-utile à l'économie des ménages des paysans de nos contrées.

4

Nouvelle plante indigofère.

La matière colorante connue sous le nom d'*indigo*, dont l'industrie européenne consomme de si grandes quantités, est fournie par divers végétaux. On la retire des feuilles d'un certain nombre de plantes appartenant presque toutes à un même genre, l'*indigofera*. Les principales espèces qui en fournissent sont : 1° l'*indigofera argentea* ou indigotier

sauvage, qui donne le plus bel indigo, mais en petite quantité; 2° l'*indigofera disperma* ou *guatimala;* 3° l'*indigofera anil* ou l'anil ; 4° l'*indigofera tinctoria*, qui le donne moins beau que les autres espèces, mais en plus grande quantité, ce qui est cause de la préférence qu'on lui accorde pour la culture.

Cependant les *indigofera* ne sont pas les seules plantes qui puissent fournir de l'indigo ; le *nerium tinctorium*, arbre très-commun dans l'Inde, en contient une grande quantité.

La *guède* ou *pastel* (*isatis tinctoria*) fournit aussi de l'indigo. Pendant les guerres de l'Empire, la France était privée de produits coloniaux ; on essaya de retirer l'indigo du pastel, et quelques résultats intéressants furent obtenus sous ce rapport.

Des essais du même genre, et qui ont même été couronnés d'un succès beaucoup plus réel, ont été exécutés en France depuis plus de dix ans, pour extraire l'indigo d'une plante indigène, le *polygonum tinctorium*.

Pour la culture et l'acclimatation des plantes exotiques, le climat et le sol de l'Afrique présentent des conditions précieuses, dont l'activité nationale commence à tirer le plus heureux parti. La culture des plantes tinctoriales a été naturellement comprise dans les divers travaux de culture nouvelle que le gouvernement fait entreprendre dans nos possessions d'Afrique. La plupart de ces essais ont été jusqu'ici couronnés de succès. C'est ainsi que les plantations de garance, de safran, de nopal à cochenille, etc., occupent, sur plusieurs points de notre colonie, des espaces importants, qui gagnent chaque année en étendue, et dont les produits exportés en France ont été estimés de qualité supérieure par l'industrie compétente.

Les indigofères ne pouvaient être négligés dans les essais d'acclimatation tentés en Algérie ; on s'en est occupé

avec un soin tout particulier. Mais jusqu'à ces derniers temps, les résultats n'avaient pas été assez concluants pour permettre à cette culture de se répandre et d'entrer dans le domaine public. Un rapport adressé au ministre de la guerre par M. Hardy, directeur de la pépinière centrale de l'Algérie, a annoncé que la période des expériences touchait à sa fin, et que, dans un avenir prochain, la production de l'indigo pourra être considérée comme définitivement acquise à notre colonie d'Afrique.

Le point le plus intéressant du travail de M. Hardy se rapporte à une nouvelle plante indigofère, l'*eupatoire tinctoriale*, l'une de celles dont on s'est jusqu'ici le moins occupé, bien qu'elle soit des plus dignes de fixer l'attention. Voici les renseignements nouveaux transmis par M. Hardy sur les produits de cette plante tinctoriale, et sur les avantages particuliers qui la distinguent pour l'application à laquelle on la destine.

L'*eupatoire tinctoriale* appartient à la famille des *Composées*, tribu des *radiées*; c'est un arbrisseau qui s'élève à 4 ou 5 mètres. Ses rameaux, nombreux, sont longs, effilés, cassants; ses feuilles sont opposées, lancéolées, dentées, à surface bullée et de couleur vert sombre.

Ce végétal est originaire du Brésil, où il passait pour fournir une couleur bleue, bien qu'il n'eût été jusque-là l'objet d'aucune application industrielle. MM. Guillemin et Houlet l'introduisirent au Muséum d'histoire naturelle de Paris, parmi la riche collection de végétaux vivants qu'ils rapportèrent avec eux de cette belle contrée.

Dans l'un des envois de végétaux faits par le Muséum d'histoire naturelle de Paris à la pépinière centrale d'Algérie, se trouvait un exemplaire de cette espèce, étiqueté : *Eupatorium*, espèce tinctoriale. M. Hardy essaya la culture de cette plante, qui lui était signalée comme propre à fournir une matière colorante bleue.

Ce végétal fut d'abord languissant pendant plusieurs

années. Après avoir reçu différentes expositions et plusieurs régimes de culture, il reprit un peu de vigueur. Livré à la pleine terre, sa croissance prit un peu plus d'activité; il supporta plusieurs hivers sans paraître en avoir souffert sensiblement. Bientôt, la plante fut assez développée et assez rustique pour qu'il fût possible d'en détacher des feuilles sans lui nuire sensiblement, et permettre de tenter l'essai de l'extraction de l'indigo.

Pour comprendre le petit essai auquel M. Hardy soumit les feuilles de l'*eupatoire tinctoriale*, afin d'y rechercher la présence d'une matière colorante bleue, analogue ou identique à l'indigo, il faut savoir comment on procède dans les Indes, ou dans nos pays, pour retirer cette matière colorante des feuilles des végétaux qui le renferment : rappelons en quelques mots ce procédé d'extraction.

Pour extraire l'indigo, on coupe la plante avec des faucilles, et on la dispose, par couches, dans une très-grande cuve. On en remplit cette cuve aux trois quarts, et on charge la plante de poids, afin d'empêcher qu'elle ne surnage l'eau que l'on verse ensuite dessus, de manière qu'elle en soit surpassée d'un pied environ. On laisse fermenter le tout, jusqu'à ce qu'il se forme à la surface de la liqueur une écume irisée; alors on soutire l'eau et on la laisse couler dans une cuve inférieure; là, on agite fortement le liquide pendant quinze à vingt minutes, à l'aide de grandes perches. L'indigo qui se trouve contenu dans la liqueur à l'état incolore bleuit peu à peu par l'action oxygénante de l'air avec lequel on le met ainsi en contact répété par l'agitation du liquide. Lorsque la liqueur, de verdâtre et de trouble qu'elle était d'abord, est devenue bleue, on y ajoute une certaine quantité d'eau de chaux qui provoque la précipitation de la matière colorante. On laisse reposer, on décante l'eau; le précipité, lavé et séché, constitue l'indigo.

C'est pour reproduire en petit cette extraction de l'indigo

que M. Hardy fit l'expérience fort simple dont il rapporte en ces termes les détails et les résultats :

Je pris, dit M. Hardy, une poignée de feuilles d'eupatoire que je fis macérer dans un bocal, au soleil. Au bout de quatre heures environ, le liquide prit une légère teinte verdâtre ; y ayant ajouté quelques gouttes d'eau de chaux, je vis aussitôt quelques granicules de couleur bleue se former et nager dans le liquide. J'ajoutai une plus grande quantité d'eau de chaux, et laissai un instant reposer ; puis je versai tout le liquide sur un panier-filtre. Au bout de dix minutes, le liquide étant passé, il s'était déposé sur la surface du filtre une légère couche d'un bleu magnifique. Il m'était démontré que cette plante renfermait une couleur bleue superbe, et que, de plus, l'extraction n'en était pas difficile.

Plus tard, je fis cueillir cinq kilogrammes de feuilles qui furent mises immédiatement dans un vase en bois, et sur lesquelles fut versée de l'eau à la température de vingt-cinq degrés centigrades, de manière qu'elle submergeât légèrement les feuilles. Le vase fut déposé au soleil, et la température de l'eau se maintint sans variation bien sensible.

Au bout de sept heures la macération était complète. Le liquide fut soutiré et agité à l'air pendant une heure. Il était d'un vert jaune clair ; il devint trouble, passa au gris foncé mêlé de nuances bleuâtres. Les molécules de bleu se précipitaient avec assez de promptitude, et il ne parut pas nécessaire d'ajouter de l'eau de chaux pour obtenir le précipité ; le liquide fut laissé ainsi jusqu'au lendemain matin. Alors, le bleu était parfaitement précipité au fond du vase ; il était surmonté par un liquide jaune rougeâtre, dont la limpidité indiquait suffisamment que toute la matière extractive était descendue. Cependant, en essayant ce liquide par le réactif à l'eau de chaux, il se produisit encore un précipité assez abondant ; mais ce n'était plus du bleu, ni aucune substance susceptible de le devenir : c'était une matière couleur gris cendré, qui brunissait seulement par une agitation prolongée à l'air, mais sans jamais offrir la moindre apparence de bleu.

Après la dessiccation complète du produit, je trouvai dix grammes d'un indigo de l'aspect le plus riche qu'il soit possible de voir. Un échantillon de ce produit a été envoyé à l'exposition permanente des produits de l'Algérie au ministère de la guerre, avec des échantillons obtenus des trois espèces d'indigotier.

D'après M. Hardy, l'*eupatoire tinctoriale* renferme 2 grammes d'indigo par kilogramme de feuilles employées, proportion au moins égale, sinon supérieure, à celle qui existe dans les vrais indigotiers. En outre, la qualité de l'indigo est, au moins, aussi belle.

Mais ce qui paraît devoir donner une importance réelle à cette nouvelle plante indigofère, et assurer sa supériorité sur toutes les autres, c'est sa longévité. La plupart des indigos qui sont exploités aujourd'hui sont annuels pour le midi de la France et pour le nord de l'Afrique; ils nécessitent conséquemment des frais annuels de labours, préparation de sol et d'ensemencement; et chaque année, on voit se renouveler cette époque critique pendant laquelle les plantes sont périodiquement soumises à des chances de destruction qui rendent la récolte incertaine dès la naissance des végétaux qui doivent la donner. L'*eupatoire tinctoriale* est à l'abri de ces inconvénients; c'est un arbuste qui peut durer de douze à quinze ans, et peut-être plus; qui peut donner plusieurs récoltes de feuilles dans l'année; que l'on peut tailler à chaque récolte, à peu près comme le mûrier, et qui repousse parfaitement et très-vigoureusement après chaque taille. Cette circonstance prête donc à l'*eupatoire tinctoriale* une importance toute particulière, et semble devoir lui assurer la préférence sur tous les autres végétaux analogues pour l'extraction de l'indigo.

XVII

VOYAGES.

1

Voyage au Chili, par M. Claude Gay.

Les riches contrées de l'Amérique méridionale qui s'étendent au sud du Pérou, ce fertile pays dont les productions agricoles servent à nourrir tout le littoral de l'océan Pacifique, n'avaient encore été l'objet d'aucune description scientifique étendue. Un savant voyageur, un habile naturaliste, M. Claude Gay, récemment élu membre de l'Académie des sciences, dans la section de botanique, a exécuté ce grand travail. Par les soins extrêmes qui ont présidé à toutes les observations, par le nombre immense de matériaux recueillis, par les découvertes remarquables qu'il renferme, l'ouvrage dont M. Gay vient de terminer la publication, *Historia fisica y politica del Chile*, comptera au premier rang de ces belles monographies que la science a consacrées, de nos jours, à l'étude physique, géographique et naturelle des contrées du nouveau monde. M. Claude Gay était en mesure d'exécuter, dans les meilleures conditions, cette tâche importante. Il a résidé dix ans dans le Chili. Avec l'aide et l'appui du gouvernement central et des autorités locales, il a pu consulter tous les documents conservés dans les archives de la nouvelle république. Muni d'instruments sortis de nos meilleurs ateliers, en-

touré d'aides intelligents, il a établi dans le chef-lieu de chaque province des observatoires météorologiques, et pendant une longue période, il a pu recueillir tous les renseignements nécessaires sur le climat et les variations atmosphériques du pays. Par des excursions fréquentes dans les différentes régions qu'il se proposait d'étudier, M. Claude Gay a acquis une connaissance approfondie de toutes les richesses du Chili sous le rapport botanique et zoologique, et c'est ainsi qu'il a rassemblé les éléments de l'ouvrage important qu'il a publié. Nous rapporterons ici, en abrégé, les renseignements nouveaux fournis par M. Claude Gay sur un pays dont les ressources et les productions étaient demeurées, jusque dans ces dernières années, à peu près inconnues en Europe.

Consignons d'abord quelques résultats des études géographiques de M. Gay.

Resserré entre la mer et la longue chaîne des Andes, le Chili offre un sol très-accidenté. Cette chaîne gigantesque se prolonge, du nord au sud, sur toute la frontière orientale. Au pied de cette chaîne s'étendent des vallées entourées elles-mêmes de montagnes, souvent très-élevées; en allant du nord au sud, le voyageur perd rarement de vue les cimes sourcilleuses des Andes. Enfin, la contrée maritime est entrecoupée de plusieurs chaînes secondaires parallèles aux Andes. L'altitude de ces diverses chaînes est souvent considérable, mais M. Claude Gay n'a pas eu l'occasion de faire à cet égard d'observations précises.

Parmi les montagnes du Chili, un grand nombre renferment des volcans enflammés. On compte plus de quinze cratères qui vomissent de la fumée par intervalles; les autres sont éteints. La plupart de ces volcans sont situés au milieu des Cordillères, de sorte que la lave et les cendres s'arrêtent sur les montagnes environnantes et ne

se répandent point sur le pays. Les monts ignivomes qui ne sont pas renfermés dans la chaîne des Andes sont: le grand volcan de *Villarica*, qui est constamment en éruption (c'est une montagne qui a cinq lieues de circonférence à sa base, et que l'on aperçoit à plus de cinquante lieues de distance); et un petit volcan à l'embouchure du Rapel, qui est intermittent.

Le nombre considérable des volcans qui existent au Chili explique la fréquence des tremblements de terre qu'on y observe : il y a ordinairement quatre tremblements de terre chaque année. De 1529 à 1782, on n'en compta, il est vrai, que cinq, mais ils furent des plus violents, puisque des villes entières furent renversées, des villages détruits, et des terrains immenses bouleversés. Un tremblement de terre, arrivé le 19 novembre 1522, causa des ravages affreux.

M. Claude Gay a mesuré la hauteur des principaux volcans du Chili. Rangés suivant une ligne dirigée du sud au nord, ils ont une altitude considérable. L'*Antuco*, sur le sommet duquel M. Gay a porté ses instruments, a 2790 mètres d'élévation. L'*Aconcagua*, d'après une mesure trigonométrique, atteindrait 7172 mètres; ce serait le pic le plus élevé de l'Amérique méridionale.

C'est à cette ligne de volcans que l'on a toujours attribué la fréquence des tremblements de terre au Chili. Cependant, on a souvent constaté au Pérou, à l'Équateur et dans la Nouvelle-Grenade, qu'il n'y a pas toujours connexité entre les éruptions volcaniques et les mouvements du sol. C'est ainsi que dans le tremblement de terre de 1835, qui détruisit de fond en comble plusieurs villages, on n'observa, sur les divers volcans des Cordillères, aucun signe d'agitation; aucun d'eux ne fit irruption, c'est à peine s'ils émettaient de la fumée. M. Gay se trouvait alors au pied du *Yanquihue*. Le mouvement de trépidation du sol était si violent, que des arbres furent déraci-

nés ; néanmoins, les vapeurs qu'exhalait le sommet de la montagne n'augmentèrent pas d'intensité. Il en fut de même de l'*Antuco*, situé dans la province de la Conception, où le phénomène se manifesta avec plus de violence encore, car des édifices furent renversés, des sources disparurent complétement, et, sur une grande étendue, le littoral éprouva subitement un mouvement ascensionnel très-perceptible.

Ce soulèvement du terrain est d'ailleurs constant au Chili, mais ordinairement il a lieu avec lenteur. M. Gay a pu vérifier lui-même l'exactitude de ce fait. A l'époque de son arrivée à Valparaiso, en 1828, la mer baignait le pied des constructions de la rue principale; maintenant la mer s'est éloignée, ou plutôt le sol a été suffisamment exhaussé pour qu'il existe, dans la partie occupée autrefois par les eaux, une plage assez large, qui a reçu deux rangées de maisons.

La géographie physique d'une contrée serait aujourd'hui considérée avec raison comme incomplète, si elle ne comprenait pas une description géologique. Aussi M. Gay a-t-il tracé une carte du Chili indiquant la nature des roches depuis le désert d'*Atacama* jusqu'à l'archipel de *Chiloé*.

Du 25e jusqu'au 41e degré de latitude australe, le Chili occupe le versant occidental de la chaîne des Andes. Sa largeur, comptée de l'arête de partage des Cordillères aux rives de l'océan Pacifique, varie de 1 degré à 1 degré 1/2 de l'est à l'ouest. Entre la Cordillère centrale et la mer, on rencontre une chaîne relativement peu élevée, qui court du nord au sud, en formant une vallée recouverte d'alluvions modernes. La séparation des deux systèmes de montagnes a lieu vers le 33e degré de latitude; elle se prolonge jusqu'au golfe de Reloncari, où vient s'éteindre graduellement le relief du littoral.

Entre la constitution géognostique de la chaîne côtière et celle des Andes, il existe une différence essentielle : le

granit, le gneiss, le micaschiste, dominent dans les montagnes voisines de la côte, tandis que la syénite, le grunstein et les roches porphyriques forment le massif de la Cordillère centrale. Ce sont là, d'après M. Gay, les roches les plus abondantes dans les Andes du Chili. On doit ajouter que généralement, dans l'Amérique méridionale, c'est dans ce groupe que sont exploitées les mines les plus importantes. Le trachyte, si abondant sur les hautes cimes de l'équateur, occupe, au Chili, une zone assez circonscrite en largeur.

Pendant son long séjour dans les diverses contrées du Chili, M. Claude Gay a étudié avec le plus grand soin les phénomènes qui se rattachent au magnétisme terrestre, à l'état hygrométrique de l'air, aux oscillations de la colonne barométrique, à la température de l'atmosphère et à celle des sources. M. Gay se propose de discuter plus tard ces précieuses observations.

M. Gay a également recueilli les données les plus intéressantes sur la géographie botanique du Chili. Cette partie de la science est traitée avec une sorte de prédilection et avec une grande supériorité dans les manuscrits, où le savant voyageur a réuni tous les éléments d'un tableau de la distribution des plantes dans une zone tempérée de l'hémisphère austral.

L'auteur a parfaitement établi en quoi la végétation de cette zone diffère de celle des régions équinoxiales décrites par M. de Humboldt. Dans les belles forêts primitives du Chili, on ne rencontre pas cette multitude de lianes qui rendent presque impénétrables les forêts équatoriales; on n'y trouve pas non plus ces magnifiques orchidées qui pendent en festons de mille couleurs aux rameaux et aux tiges des arbres gigantesques de ces forêts. Mais les lianes sont représentées par des *lardizabales* et des *cissus*, et les orchidées sont remplacées par des *loranthus* et des *sar-*

mientes. La végétation arborescente dépend d'ailleurs de l'humidité du climat. Les arbres s'arrêtent vers le 38ᵉ degré de latitude. Si l'on s'avance plus au nord, on trouve un sol sec et sablonneux, qui ne peut nourrir que de rares arbustes rabougris. Enfin, ces arbustes font place eux-mêmes à de superbes cactus qui suspendent leurs bras aigus sur la pente des rochers.

On observe dans les hautes vallées du Chili un type de végétation qu'on ne rencontre pas, même à des altitudes plus considérables, dans les montagnes plus rapprochées de l'équateur. C'est qu'au Chili, dans les régions élevées, les plantes, pendant une grande partie de l'année, sont ensevelies sous une épaisse couche de neige, où elles restent dans un état complet d'engourdissement. Lorsque la chaleur de l'été vient leur rendre la vie, elles se développent avec une rapidité étonnante, en présentant une contexture épaisse et déprimée, et ne laissant pour ainsi dire à découvert que les organes les plus essentiels de la conservation et de la propagation. Resserrées l'une contre l'autre dans le moindre espace possible, elles forment sur la terre, comme sur les rochers, des masses dures et compactes que la hache seule peut entamer.

Dans les plaines basses de la partie méridionale du Chili, la végétation des prairies n'est pas sans analogie avec celle des régions élevées. Les diverses graminées sont pourvues de racines si développées, si chevelues, qu'elles s'enchevêtrent de manière à former un réseau des plus solides. A la longue, cette sorte de plancher végétal, jeté sur les dépressions du terrain, devient assez résistant pour pouvoir supporter le poids d'un cheval. Dans les bas-fonds ce curieux tissu radiculaire va souvent jusqu'à recouvrir des marais fort étendus. M. Gay attribue à cette espèce de feutre végétal, brisé et arraché du rivage par les oscillations que le vent imprime à la masse fluide, l'origine de certaines îles flottantes que l'on voit sur divers lacs, particulièrement

sur celui de Taguatagua. Ces îles, nommées *chivines* par les Indiens, sont assez étendues pour recevoir des troupeaux qu'on y laisse paître à l'ombre de quelques arbustes.

Pendant son long séjour au Chili, de 1829 à 1842, par des voyages répétés dans les diverses provinces de cette république, M. Claude Gay a réuni des collections botaniques plus riches qu'aucune de celles faites par les voyageurs précédents; car non-seulement il a séjourné longtemps dans les parties voisines des grandes villes et des ports de mer souvent visités par ses prédécesseurs, mais il a fait à plusieurs reprises de longs voyages dans les diverses parties des Cordillères et dans les provinces australes et septentrionales plus rarement explorées. C'est ainsi que M. Gay a pu fixer les limites des différentes zones de la végétation, suivant les hauteurs et les latitudes si diverses que présente un pays qui comprend 30 degrés en latitude et des différences d'altitudes de 0 à 3000 mètres.

Ce vaste travail, qui renferme la détermination et la description de 3767 espèces, et forme huit volumes in-8° accompagnés d'un atlas de 100 planches in-4°, M. Gay l'a conduit à son terme avec une persévérance, une suite et une unité d'exécution remarquables dans l'espace de huit années.

Après avoir réuni les matériaux de ce grand ouvrage, en avoir tracé le plan de manière à le rendre en même temps utile aux botanistes européens et aux habitants du pays dont il fait connaître les productions, après s'être consacré lui-même à rédiger une partie de l'ouvrage, M. Gay a pourtant senti qu'à lui seul, et au milieu des autres occupations que lui imposait l'exécution des diverses parties du vaste travail qu'il avait entrepris, il ne pourrait terminer la rédactien de la flore du Chili qu'après un laps de temps qui lui ôterait beaucoup de son intérêt. Pour assurer une bonne et rapide exécution de cet ouvrage,

il s'est donc associé pour diverses familles, et surtout pour celles qui exigeaient une étude très-longue et très-minutieuse, des botanistes de talent qui ont pu faire de ces famille une étude approfondie.

M. Barneoud a rédigé les familles des Crucifères, des Géraniacées, des Oxalides et des groupes voisins, ainsi que les Myrtacées et les Portulacées; M. Clos s'est chargé des Légumineuses, des Ombellifères et de plusieurs familles monopétales importantes; M. Remy a étudié avec un soin remarquable la vaste famille des Composées, les Solanées, les Saxifragées et plusieurs familles apétales; Achille Richard avait aussi contribué à cet ouvrage par la description des Orchidées. Enfin, le dernier volume de la phanérogamie comprend les Grimanées et les Cypéracées, étudiées et décrites par un jeune botaniste, M. Desvaux, dont ce fut là en même temps le premier et le dernier travail, et qui montra, dans cette étude approfondie de deux familles si difficiles, un talent qui fait vivement regretter sa mort prématurée. M. Montagne (de l'Institut) a exécuté la partie la plus importante de ce grand travail en consacrant deux volumes à l'étude approfondie des cryptogames.

Cette collaboration multiple était indispensable pour terminer dans l'espace de quelques années les huit volumes consacrés à la flore du Chili.

Les produits agricoles du Chili sont d'une haute importance. Ce pays est en quelque sorte le grenier de toutes les contrées que baigne l'océan Pacifique; il fournit du blé au Pérou, au Mexique, à la Californie, et même à l'Australie. Ces produits agricoles ont d'ailleurs une complète analogie avec ceux de l'Europe. Les vins du Chili ont les qualités et les inconvénients des vins d'Espagne. Chaque année, on abat au Chili un million de têtes de bétail, dont une partie est transformée en *charqui*, c'est-à-dire en lanières de viande que l'on dessèche au soleil, et que l'on

exporte sur toutes les côtes de la mer du Sud, où on les considère, avec raison, comme la nourriture la plus convenable pour les soldats et les marins en campagne.

Cette fertilité du sol de la république n'existe néanmoins que dans ses régions méridionales. Dans le nord, une sécheresse continuelle rend la culture à peu près impossible. Aussi, cette contrée serait-elle restée déserte sans les riches et nombreux gîtes métallifères qu'elle renferme. Malgré la rareté du combustible, les difficultés des transports et le prix élevé de la main-d'œuvre, on exploite au nord du Chili, de l'or, de l'argent et du cuivre. Le produit des mines est considérable, si l'on en juge par la quantité de métaux importée en 1851, quantité dont M. Gay fait connaître les chiffres authentiques.

A une époque où l'on se préoccupe vivement de l'influence que les exploitations de la Californie et de l'Australie exerceront sur la valeur future de l'or, et quand on parle sérieusement de démonétiser ce métal, les rendements très-considérables des mines d'argent du Chili méritent de fixer toute l'attention des économistes, surtout quand on considère que les gîtes argentifères du haut Pérou paraissent être tout aussi productifs. En effet, des documents dont on ne saurait contester l'authenticité établissent que de 1828 à 1846, les mines du Cerro de Pasco ont produit annuellement 245 000 *marcos* d'argent, et, d'après un mémoire présenté par le ministre des finances du Pérou, la maison des monnaies de Lima en aurait reçu, en 1851, 360 053 marcs. Pour compléter ces renseignements, il faut ajouter que le tiers au moins de l'argent produit par les mines sort du pays en contrebande quand il n'est pas converti en vaisselle. Ainsi deux localités de la Cordillère des Andes verseraient, chaque année, à elles seules, plus de 800 000 marcs d'argent dans la circulation.

La partie zoologique de l'ouvrage de M. Gay est très-

étendue ; elle forme huit volumes in-8° avec un atlas d'environ 130 planches in-4°; elle contient une description détaillée des animaux de toutes les classes recueillis par ce voyageur pendant son long séjour au Chili, et fait connaître la faune de cette contrée lointaine beaucoup mieux que nous ne connaissons celle de plusieurs parties de l'Europe.

L'étude approfondie des richesses zoologiques réunies par M. Gay ne pouvait être bien faite que par des hommes spéciaux : elle a été confiée à des mains habiles. M. Gay et M. Gervais, professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Montpellier, ont rédigé le volume contenant l'histoire naturelle des mammifères et des oiseaux du Chili. Les reptiles et les poissons ont été décrits par M. Guichenaud, élève de M. Duméril; enfin la partie entomologique de l'ouvrage est due principalement à MM. Blanchard, Spinola, Nicolet et Solier.

Le nombre des espèces nouvelles dont M. Gay vient d'enrichir nos catalogues zoologiques est très-considérable Les mammifères du Chili, déjà étudiés par Molina et par quelques autres naturalistes, ne lui ont fourni, il est vrai, que trois espèces nouvelles ; mais dans d'autres classes les espèces inédites abondent, et, dans toutes les branches de la zoologie, les recherches de M. Gay ont été fort utiles, car elles nous font connaître beaucoup de détails relatifs aux mœurs des animaux, et elles jettent des lumières précieuses sur l'histoire de plusieurs espèces importantes très-imparfaitement observées par ses prédécesseurs. Tels sont, par exemple, deux grands mammifères de la Cordillère des Andes, le *guamul* et le *pudu*, qui avaient été attribués par Molina, l'un au genre Cheval, l'autre au genre Chèvre, mais qui, en réalité, appartiennent tous les deux au genre Cerf.

On peut encore signaler les observations de M. Gay au sujet des métis de mouton et de chèvre que les agriculteurs chiliens élèvent en grand nombre. Ces animaux hy-

brides, dont la toison offre un mélange de laine douce et de longs poils roides, et s'emploie pour la confection de ces espèces de couvertures désignées dans le pays sous le nom de *pellon*, s'obtiennent par le croisement du bouc et de la brebis. Or, ce fait du mélange facile de deux mammifères, appartenant à des divisions génériques distinctes, n'est pas sans intérêt, et, selon M. Milne Edwards, il conduira peut-être les zoologistes à ne voir dans les chèvres et les moutons que des espèces différentes d'un seul et même genre naturel, conformément aux vues sur la délimitation des groupes génériques présentées, il y a quelques années, par M. Flourens.

M. Gay assure aussi que les métis de chèvre et de mouton dont il a vu des troupeaux nombreux, loin d'être stériles, comme le sont la plupart des mulets, sont féconds et se multiplient facilement entre eux aussi bien qu'avec le bouc. Il a constaté que la fécondité de ces produits mixtes ne diminue pas pendant plusieurs générations, mais que les particularités distinctes de la race hybride s'effacent graduellement, et qu'au troisième ou quatrième degré les descendants de la brebis et du bouc reprennent tous les caractères du mouton; de sorte que pour conserver à leur toison sa valeur, on est obligé d'avoir de nouveau recours à l'intervention du bouc.

Les reptiles que M. Gay a trouvés au Chili sont au nombre de vingt-huit espèces, dont plus de moitié étaient nouvelles pour la science, lorsque MM. Duméril et Bibion en publièrent la description dans leur grand ouvrage sur l'erpétologie. Ajoutons que dans toute la région explorée par M. Gay il ne paraît exister aucun serpent venimeux, et que ce voyageur a découvert une nouvelle espèce de reptile fossile du genre *Plesiosaure*.

La faune de la province de Valdivia présente une autre particularité curieuse. Les sangsues y abondent, mais au lieu d'habiter au sein des eaux, comme le font nos hirudi-

nées ordinaires, elles vivent à terre dans les bois humides. On rencontre souvent ces sangsues terrestres à des distances considérables de toute pièce d'eau, et parfois elles incommodent beaucoup les voyageurs qui vont à pied. Les planaires de Valdivia vivent également hors de l'eau, et M. Gay a rapporté une espèce de très-grande taille dont l'anatomie a été faite par M. Blanchard.

Mais la partie la plus importante de la faune du Chili est celle relative à l'histoire naturelle des insectes et des arachnides. On y trouve la description de 1833 espèces d'insectes, dont à peine 200 étaient inscrites dans les catalogues entomologiques avant la publication de ce grand ouvrage. La plupart des espèces que M. Gay a recueillies ont été déposées par ce voyageur dans les galeries du Muséum, et par conséquent la détermination a pu en être faite avec soin. Les descriptions sont accompagnées de figures représentant, non-seulement un exemple de chaque genre, mais aussi les détails des parties caractéristiques de ces divisions zoologiques; l'ensemble de ce travail est une acquisition précieuse pour l'entomologie en général aussi bien que pour l'histoire naturelle du Chili en particulier.

L'aperçu que nous venons de présenter des résultats contenus dans l'*Histoire du Chili* de M. Claude Gay peut donner une idée de l'importance et du mérite de cet ouvrage, l'une des plus remarquables productions dont les sciences naturelles se soient enrichies depuis les grandes publications de M. de Humboldt.

2

Voyage scientifique du prince Napoléon. — Manière d'apprécier la direction des courants maritimes.

Dans l'une des séances du mois d'août 1856 de l'Académie des sciences, M. Babinet a fait connaître ce premier résultat de l'expédition scientifique du prince Napo-

léon dans les parages du Nord, savoir : que les courants maritimes pourront désormais être infailliblement reconnus au moyen de blocs de sapins, d'environ trente centimètres de large et d'un diamètre à peu près égal, contenant une fiole, qui sera ainsi préservée du choc des glaces, et indiquera exactement le point où le bloc aura été jeté à la mer. Déjà M. Daussy a tracé la marche des courants de l'Atlantique, grâce à des bouteilles de verre librement confiées aux vagues de l'Océan. Mais les simples bouteilles qui lui ont servi pour relever les latitudes moyennes pour l'Atlantique ne pourraient résister au choc des glaces. En y plaçant un tube de verre scellé à la lampe et contenant l'indication des lieux du point de départ, et fixant la bouteille dans un bloc de sapin, on sera à l'abri de tout accident de ce genre. M. Babinet a exprimé le vœu que l'initiative prise à bord de *la Reine-Hortense*, de jeter un de ces blocs à la mer toutes les fois qu'on fait le *point*, c'est-à-dire quand on détermine la position du bâtiment, soit suivie par tous les navires de quelque importance ; il en résultera une connaissance exacte des mouvements de l'Océan, qui sera aussi utile pour la physique du globe que pour la navigation. Espérons que désormais tout navigateur se fera un devoir de concourir à la détermination des courants océaniques, par le moyen et dans les cas que nous venons d'indiquer. Les avantages de cette mesure pour les progrès de la navigation seront considérables. Ce sera un honneur pour le voyage du prince Napoléon, et pour la commission scientifique qui en a fait partie, d'avoir pris l'initiative de ce genre de déterminations nautiques.

Le bloc recueilli aux Orcades (et, chose remarquable, à l'est de l'île, tandis que *la Reine-Hortense* naviguait à l'ouest) indique des courants allant presque exactement à l'est, tandis que la carte de M. Duperrey et celle de M. Findlay les donnent allant du sud-ouest au nord-est.

Le prince Napoléon a adressé au secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences de Paris, une lettre ayant pour objet de porter ce fait à la connaissance des divers corps savants de l'Europe, et de donner la description des dispositions qui ont été adoptées pour assurer le succès de cette expérience. Voici les termes de la lettre du prince :

A bord de *la Reine-Hortense*, le 20 août 1356,
en rade de Lerwick (île Shetland).

Monsieur le secrétaire perpétuel,

Dans les baies des terres du Nord, au Spitzberg, en Islande, au Groenland, on trouve beaucoup de bois flottés qui, après avoir erré longtemps sur mer sous l'impulsion des courants, ont fini par s'y échouer. L'essence de ces bois est principalement le sapin, mais rien n'indique d'une manière certaine leur origine.

J'ai voulu que mon voyage dans les mers du Nord contribuât à la reconnaissance ultérieure de ces courants, étudiés déjà dans leurs principales directions, mais dont les ramifications sont peu connues, et j'ai fait jeter de la corvette *la Reine-Hortense*, dans ses différentes traversées, un grand nombre de flotteurs (cinquante) portant l'indication de leur point de départ. Ces flotteurs se composent d'un cylindre de sapin de $0^m,25$ de diamètre sur $0^m,25$ de hauteur. Dans la direction de l'axe du cylindre, on a percé un trou destiné à contenir une petite fiole de verre cachetée renfermant un billet ainsi conçu :

Voyage de S. A. I. le prince Napoléon, à bord de la corvette la Reine-Hortense, *commandée par M. de La Roncière, capitaine de vaisseau.*

Billet jeté à la mer le... 1856.

Latitude....

Longitude du méridien de Paris....

Celui qui trouverait ce billet est prié de le remettre au consul le plus voisin.

Ce billet est traduit en anglais, en latin et en russe.

Les fioles sont scellées dans le bloc de bois, au moyen de brai qui les enveloppe entièrement, et par-dessus on a cloué une plaque de plomb portant le nom de *la Reine-Hortense* et la

date de l'immersion; enfin, pour mieux attirer l'attention sur ces flotteurs et empêcher de les confondre avec d'autres bois flottés, on a percé sur le pourtour du cylindre, et de part en part, deux trous perpendiculaires entre eux, dans lesquels on a fixé de fortes chevilles sortant d'environ deux décimètres et formant la croix.

Je vous serai reconnaissant de vouloir bien écrire aux divers corps savants d'Europe et d'Amérique pour porter ce fait à leur connaissance, lui donner de la publicité et les prier d'informer l'Académie des sciences de France du lieu où ces blocs auront été recueillis.

3

Phosphorescence de la mer.

Pendant le cours d'un voyage en Chine, M. Henri Grafton Chapman a été témoin d'un phénomène assez rare dans la physique du globe. Dans une certaine partie de l'océan Indien toute l'étendue de la mer que l'œil pouvait embrasser présentait une coloration d'un blanc de lait. M. Grafton Chapman a adressé à l'Académie des sciences la description du fait qu'il a observé et qu'il rapporte en ces termes :

Le 1er août, dit M. Grafton Chapman, près de l'île de Christmas, dans l'océan Indien, tout l'équipage était sur le qui-vive, observant des apparences singulières dans le ciel et dans la mer, et notamment une teinte verte dans l'eau, comme si l'on était sur des bas-fonds, ce qui pourtant n'était point le cas. Les nuages avaient une apparence peu ordinaire; mais, comme le vent était constant et peu élevé, nous continuâmes notre route jusqu'à minuit, sans qu'il arrivât rien d'extraordinaire. Le second vint alors en toute hâte avertir le capitaine qu'il lui paraissait que nous arrivions sur un banc de sable, bien qu'il n'y en eût aucun marqué sur la carte dans le voisinage. Nous fûmes tous en un instant sur le pont; mais, avant notre arrivée, l'eau avait changé d'aspect, et nous vîmes une longue ligne lumineuse à l'horizon qui avançait vers nous avec la rapidité du vent. Nous jugeâmes que c'était une tempête

qui approchait, et je ne m'attendais à rien moins qu'à voir nos mâts brisés, tant elle marchait vite, devenant de plus en plus blanche, à mesure qu'elle approchait. Une minute à peine s'était écoulée, que la mer se mit à écumer autour de notre vaisseau, comme un verre d'eau de Seltz, et se montra plus blanche que du lait aussi loin que nous pouvions voir. Le vent se faisait à peine sentir, et tout était dans un calme profond, on n'entendait que la voix du capitaine qui criait : « Qu'est-ce que cela signifie? Je n'y comprends rien; » et déjà la mer, toujours d'un blanc mat, ne cessait de s'agiter et de se gonfler. Le vaisseau avait été arrêté, on avait serré les voiles, pris toutes les précautions, et nous étions prêts à tout événement; le phénomène continuait, au milieu d'un silence effrayant. Le vent était tombé, la lune était sous l'horizon, et la nuit était profondément noire. J'étais le seul à bord qui eût jamais entendu parler d'un tel phénomène; et mon souvenir n'avait rien de scientifique. Il me venait d'un sot roman, *les Trois Espagnols*, où l'on parle d'une « mer de lait, phénomène d'une extrême rareté. » Une brise légère s'éleva, et le spectacle devint le plus beau que j'aie jamais vu. Chaque mouvement du vaisseau faisait partir de l'avant des flots de lumière phosphorique qui se répandaient au loin en grandes taches d'un jaune aussi brillant que la flamme d'un feu de bois, et qui paraissaient comme de l'or liquide sur la mer complétement blanche. Cela me rappelait le spectacle dont on jouit en voyant d'une montagne élevée la plaine couverte de brouillards; seulement les nuances n'étaient pas, comme dans ce dernier cas, légères et même cotonneuses. La mer était d'un blanc de neige et sans aucune transparence; j'insiste sur ce point. Nous harponnâmes deux marsouins au milieu d'une grande troupe qui jouait autour de l'avant, en laissant de longues traînées lumineuses. Vers cinq heures, le phénomène cessa aussi subitement qu'il avait commencé, et tout retomba dans une obscurité profonde, comme après un incendie.

Nous remplîmes un seau avec de l'eau de mer; elle était pleine d'animaux phosphorescents liés en séries moniliformes; chacune de ces sortes de chaînes avait près de trois pouces de longueur; le seau semblait être plein de vermicelle jaune animé et vivant.

Le phénomène qui avait si fort troublé le capitaine et les passagers du navire où se trouvait M. Chapman n'était

qu'un cas spécial de phosphorescence de la mer. Connu de temps immémorial, le phénomène de la phosphorescence de la mer a été observé par tous les navigateurs. Personne n'ignore, en effet, que dans certaines régions de l'Océan, et en particulier sous les tropiques et dans la mer des Indes, on voit souvent, au milieu de la nuit, jaillir du sein des eaux une lumière phosphorique. L'apparence lumineuse se montre aux crêtes des vagues qui, en retombant, éparpillent la lueur en tous les sens; elle s'attache aussi au gouvernail et semble s'échapper des lames coupées par la proue du navire; elle se joue encore autour des récifs et des rochers battus par les flots. Tous les navigateurs ont parlé avec enthousiasme des effets magiques produits par cet imposant phénomène dans les nuits silencieuses des tropiques.

La phosphorescence de la mer est due à deux causes: en premier lieu, et presque toujours, à la présence d'un nombre prodigieux d'animalcules nageant dans les eaux, qui reproduisent au sein de la mer les effets lumineux que les vers luisants et les fulgores produisent sur la terre. Elle peut être déterminée, en second lieu, par la présence, dans les eaux, de certains débris organiques à l'état de putréfaction, et qui ont acquis, par cet état de décomposition, la propriété d'émettre de la lumière. Les observations faites par MM. Quoy et Gaymard, dans la petite île de Bawak, placée sous l'équateur, et les expériences faites à Boulogne en 1850, par M. de Quatrefages, ont parfaitement prouvé que c'est bien à des myriades d'animalcules phosphorescents qu'il faut rapporter ce phénomène. Quant à l'influence de certaines matières organiques en voie de décomposition sur la production de la phosphorescence, les remarques faites par MM. Becquerel et Breschet dans les eaux de la Brenta, petite rivière des environs de Venise, ont levé les doutes à cet égard. Pendant les grandes chaleurs, les eaux de la

Brenta ont la propriété de devenir lumineuses quand elles sont ébranlées par le moindre choc. Le corps le plus léger jeté dans l'eau en fait jaillir de vives lueurs, non-seulement au point frappé, mais encore dans toutes les ondes provenant de l'ébranlement du liquide. Cette curieuse propriété des eaux de la Brenta diminue à mesure que l'on approche du bras de mer qui sépare Venise de l'embouchure de cette rivière. MM. Becquerel et Breschet ont reconnu que c'est à des matières animales en proie à la décomposition putride qu'il faut rapporter ces manifestations lumineuses.

Il est probable, d'après cela, que les effets décrits par M. Chapman n'étaient qu'un cas particulier du phénomène général de la phosphorescence des mers; et c'est ce qu'a établi M. Camille Dareste dans une note qu'il a adressée à l'Académie des sciences à la suite de la communication de M. Chapman.

M. Camille Dareste rappelle d'abord que ce phénomène, que les navigateurs ont décrit sous le nom de *mer laiteuse*, est beaucoup plus commun que ne le pense l'auteur de la relation précédente. Il est peu de voyages scientifiques dans lesquels on n'ait décrit des effets semblables. C'est surtout dans les mers intertropicales qu'apparaît ce curieux phénomène. Il est très-fréquent dans le golfe de Guinée et dans le golfe Arabique, car la plupart des observations de ce genre rapportées par les navigateurs se rattachent à ces deux localités. Dans le golfe Arabique, les anciens avaient déjà constaté cet état accidentel de la mer plus d'un siècle avant l'ère chrétienne: c'est ce qui résulte du passage suivant du géographe Agatharchides : « Le long de ce pays (la côte d'Arabie), la mer, dit le géographe de l'antiquité, a un aspect blanc comme un fleuve; la cause de ce phénomène est pour nous un sujet d'étonnement. »

Comme nous l'avons dit, M. Camille Dareste croit pou-

voir rapporter ces curieuses apparences de la mer à la présence d'animalcules phosphorescents. Il se fonde, pour présenter cette explication, sur une circonstance qui résulte des belles expériences faites à Boulogne, en 1850, par M. de Quatrefages. Ce naturaliste a reconnu que les noctiluques, qui produisent la phosphorescence de l'Océan, ne donnent pas toujours des étincelles vives et brillantes; dans certaines circonstances, cette lumière est remplacée par une clarté fixe et peu intense, qui donne à ces animalcules une couleur blanche. Lorsque ces animaux se trouvent accumulés en masses considérables, beaucoup d'entre eux peuvent présenter cette clarté fixe, et colorer la mer en blanc sur une grande étendue. Tel était, sans doute, le cas du phénomène observé par M. Chapman.

Les noctiluques ne paraissent pas être les seuls zoophytes qui jouissent de cette propriété. Dans l'observation de M. Chapman, les animalcules producteurs de la teinte blanche et de la phosphorescence seraient des animaux agrégés, probablement des *salpas* ou des *ryrosómes*.

Enfin M. Camille Dareste cherche à montrer que ces colorations blanches de la mer se présentent presque toujours dans les mêmes parages. Il cite, à ce propos, ce que Dupetit-Thouars a observé dans le voisinage des îles du cap Vert. Voici le passage tiré de la *Relation du voyage de la Vénus*, par M. Dupetit-Thouars, qui cite, à ce propos, les divers observateurs qui, avant lui, avaient observé le phénomène dans les mêmes eaux :

Le 13 janvier 1837, à deux heures, nous étant aperçus que la mer avait changé de couleur, nous sondâmes et nous ne trouvâmes point de fond à 300 brasses. La couleur altérée de l'eau ne semblait donc pas devoir être attribuée à la qualité du fond, mais plus vraisemblablement à la présence de petits animalcules ou mollusques, nommés *squid* par les Anglais.

Ces eaux, qui paraissent colorées, ne changent pas de place d'une manière sensible. En effet, dans plusieurs voyages, je les ai rencontrées dans la même position; mais ne voulant pas

me contenter de citer ce que j'ai pu reconnaître par moi-même, je dirai que dans cette traversée nous les avons trouvées par 21° 29′ 89″ de latitude nord, et 21° 45′ 30″ de longitude occidentale de Paris; que Frézier, dans son voyage au Chili, en 1712, les trouva par 21° 21′ de latitude nord, et 21° 39′ de longitude occidentale; et le capitaine américain Fanning les rencontra, le 12 juillet 1797, par 21° 48′ de latitude nord, et 23° 50′ de longitude de Greenwich. Toutes ces observations tendaient à prouver que ces eaux colorées sont limitées, et il me semble presque impossible qu'elles ne soient pas les mêmes que celles qui furent vues dans les voyages que nous venons de citer, puisque les positions sont presque identiques.

XVIII

PALÉONTOLOGIE.

1

Nouveau singe fossile.

On n'a jamais rencontré jusqu'ici de squelette d'homme fossile. Si cette découverte se fait jamais, elle tranchera une question bien controversée parmi les géologues, sur la véritable date de l'apparition de l'homme, et sur l'ancienneté de notre globe. Mais si l'homme n'a jamais été trouvé à l'état fossile, on a plus d'une fois rencontré dans les terrains tertiaires le singe, son proche voisin dans la classification zoologique. Cette découverte fut faite pour la première fois, il y a vingt ans, par un naturaliste que cette bonne fortune a rendu célèbre. Ce fut au milieu de fouilles pratiquées dans le dépôt tertiaire d'eau douce de Sansan que M. Lartet découvrit ces restes précieux. Depuis cette époque, le même fait s'est reproduit plusieurs fois, de sorte que l'on connaît aujourd'hui plusieurs espèces de singes fossiles.

Une découverte du même genre a été faite en 1856 à Saint-Gaudens, et c'est M. Lartet lui-même qui a annoncé ce résultat à l'Académie des sciences. Ce nouveau singe fossile est de très-grande taille ; ses proportions devaient surpasser celles de nos chimpanzés adultes vivants. Sa trouvaille est due à M. Fontan, de Saint-Gaudens (Haute-Garonne), naturaliste instruit, qui s'occupe avec zèle à

rechercher, dans la contrée qu'il habite, tout ce qui peut contribuer au progrès des études paléontologiques.

Les restes fossiles du singe trouvés par M. Fontan proviennent d'un banc d'argile marneuse, en exploitation au bas du plateau sur lequel est bâtie la ville de Saint-Gaudens, et à l'entrée de la plaine de Valentine, qui s'étend de là jusqu'aux premiers contre-forts des Pyrénées. M. Fontan a recueilli, dans le même lieu, des ossements de *Macrotherium*, de *Rhinoceros*, de *Dicrocerus elegans*, etc., qui ont paru identiques aux espèces des mêmes genres ultérieurement découvertes à Sansan. Ces mammifères appartiennent essentiellement à nos terrains tertiaires moyens (*miocènes*), car on retrouve aussi leurs débris dans les *faluns* de la Touraine.

Les morceaux de ce singe, qui ont été présentés à l'Académie, consistent en deux moitiés d'une mâchoire inférieure, tronquées dans leurs branches montantes, et en un fragment de la face antérieure de cette mâchoire où s'implantaient les incisives. On a trouvé en même temps un humérus épiphysé à ses deux extrémités.

D'après la description anatomique de ces ossements, et l'étude approfondie qu'en a faite M. Lartet, dont l'habileté et la science paléontologique sont si justement appréciées, ce nouveau singe fossile vient se placer dans le groupe des *Simiens*, qui comprend déjà le *chimpanzé*, l'*orang*, le *gorille*, les *gibbons* et le *petit singe fossile* de Sansan (*Pliopithecus antiquus*, Gervais). Il diffère de tous ces singes par quelques détails dentaires, plus manifestement encore, par le raccourcissement très-sensible de la face. La réduction des incisives, s'alliant à un grand développement des molaires, indique un régime essentiellement frugivore. Le peu que l'on connaît d'ailleurs de l'ossature de ses membres, dénote plus d'agilité que d'énergie musculaire. On serait donc conduit à supposer que ce singe, de très-grande taille, vivait habituellement

sur les arbres, comme le font les *gibbons* de l'époque actuelle; aussi M. Lartet propose-t-il de le désigner par le nom générique de *Dryopithecus* (de *drus*, arbre, chêne, et *pithekos*, singe). En le dédiant, comme espèce, au naturaliste éclairé à qui la paléontologie est redevable de cette importante acquisition, ce serait le *Dryopithecus Fontani.*

On comptera donc en Europe six singes fossiles: deux en Angleterre, le *Macacus eocenus* (Owen) et le *Macacus pliocenus* (Owen); trois en France, le *Pliopithecus antiquus*, le *Dryopithecus Fontani* et le *Semnopithetcus monspessulanus*, qui est probablement le même que le *Pithecus maritimus* de M. de Christol; enfin, le singe de *Pikermi*, en Grèce, nommé par M. A. Wagner, *Mezopithecus pentelicus.*

2

De l'état actuel de l'ornithologie fossile. — Considérations générales sur la paléontologie des oiseaux, par le prince Charles Bonaparte.

Tout le monde connaît et tout le monde admire les grands travaux de Cuvier sur la paléontologie. La classe des mammifères fossiles a été éclairée par le génie de ce naturaliste d'une lumière inattendue: des races de mammifères à jamais éteintes ont été arrachées à la poussière des siècles, et rendues à l'étude, aux comparaisons savantes des naturalistes de notre époque. La classe des reptiles qui habitèrent les eaux échauffées, qui sillonnèrent l'atmosphère saturée d'acide carbonique, ou rampèrent à l'ombre de forêts gigantesques, dans ces temps primitifs du globe, nous fut restituée par Cuvier avec le même bonheur.

Tandis que Cuvier est parvenu à reconstituer les espèces des mammifères et des reptiles fossiles, l'illustre Agassiz s'est immortalisé par ses travaux sur la paléontologie des poissons. Explorateur intrépide des mers

anciennes, Agassiz a constitué l'*ichtyologie fossile* : il a découvert 2500 espèces de poissons que nous ne possédons plus aujourd'hui. C'est à ce grand zoologiste que nous devons la comparaison des espèces de poissons qui peuplèrent les eaux de l'ancien monde avec celles qui habitent aujourd'hui nos mers et nos principaux cours d'eau.

Mais si l'étude des mammifères, des reptiles et des poissons fossiles est très-avancée aujourd'hui, il est impossible d'en dire autant pour ce qui concerne la paléontologie des oiseaux. Le savant Hitchcock, qui a fait de si intéressantes études sur les empreintes des pieds des oiseaux fossiles, a cru avoir retrouvé les traces d'une trentaine d'espèces perdues d'oiseaux d'Amérique. N'ayant fait pourtant aucune détermination particulière d'espèces, il a dû se borner à les renfermer pêle-mêle et sans distinction bien marquée dans le genre *Ornithichnites*, qu'il a créé pour eux. On voit par là combien est peu avancée la paléontologie fossile des oiseaux, si on la compare à celle des autres classes de vertébrés.

C'est sur ce sujet important, c'est-à-dire sur l'état d'imperfection que présente encore la connaissance des espèces d'oiseaux fossiles, que le prince Charles Bonaparte a appelé l'attention dans un mémoire qu'il a lu à l'Académie des sciences, sous ce titre : *Ornithologie fossile servant d'introduction au tableau comparatif des Ineptes et des Autruches*. La première partie de ce travail exposant avec beaucoup de netteté les causes qui ont arrêté jusqu'ici les progrès de l'ornithologie fossile, nous mettrons ces lignes instructives sous les yeux de nos lecteurs.

La science de l'*ornithologie fossile*, dit le prince Charles Bonaparte, est encore à fonder ; car c'est plutôt d'ichnologie que d'ornithologie fossile que se sont occupés le peu de savants qui ont consacré leurs veilles à ce genre d'études.

Les oiseaux fossiles n'ont pas encore trouvé, comme les mammifères, leur Cuvier; comme les poissons, leur Agassiz: incomparables historiens qui ont donné une nouvelle vie à des races à jamais éteintes. Aussi, l'infatigable président Hitchcock, qui a cru retrouver les traces d'une trentaine d'espèces d'Amérique (beaucoup plus anciennes, en tout cas, dans ce *nouveau* monde que dans notre *vieil* hémisphère), s'est borné à leur donner le nom plus collectif que générique d'*Ornitichnites*, ce qui est assez indicatif du peu de progrès qu'a fait cette partie importante de la paléontologie.

Il est vrai que l'étude en est des plus difficiles, et que les naturalistes les plus patients et les plus perspicaces ne peuvent pas espérer, sur ce point, les grandes découvertes qu'on voit se faire journellement dans les divers ordres des mammifères, des reptiles, des poissons et des animaux inférieurs. Il est à cela des obstacles de plusieurs sortes. D'abord, les éléments d'observation, pour les temps qui précèdent l'époque tertiaire, manquent entièrement dans les Musées; il est même douteux qu'ils aient existé sur la terre avant le milieu de la période oolitique; et, quand même il y en aurait eu à cette époque, il n'est pas vraisemblable que les couches marines, dont sont composées les roches secondaires, aient été de nature à recevoir les rares débris des mammifères et des oiseaux contemporains. Remarquons encore, que lès vastes terrains carbonifères, qui contiennent tant de plantes et d'insectes si bien conservés, n'ont jamais fourni un seul débris d'oiseau ou de quadrupède, tandis qu'on en trouve un très-grand nombre dans les dépôts lacustres et marins des terrains tertiaires. Quant aux oiseaux, d'ailleurs, leur corps léger ne se *dépose* pas aussi facilement que celui des mammifères; il doit flotter longtemps avant que la corruption s'accomplisse; et, sur cent cadavres de ces volatiles, quatre-vingt-dix-neuf doivent avoir été dévorés ou brisés contre les arrivages avant la collocation, ou, pour mieux dire, le gisement définitif du centième. C'est ainsi que l'on explique la rareté des *ornitholithes* dans les dépôts de sédiment, même de la plus récente période pliocène.

De plus, il est aisé de comprendre combien est difficile la détermination des oiseaux fossiles, et comment la simple inspection d'un fragment d'os endommagé, ou, moins encore, d'une simple impression du pied, a pu donner à certains naturalistes une occasion plus commode que rationnelle de créer des espèces et des genres nouveaux. On conçoit aussi comment

l'uniformité assez grande qui règne dans la composition du squelette des oiseaux, conformité qu'on s'est encore plu à exagérer, a permis à des observateurs superficiels de ballotter d'une famille et même d'un ordre à l'autre, les espèces les plus distinctes et les mieux caractérisées.

Tout en disant qu'on exagère souvent la similitude des squelettes, dont on n'étudie généralement bien que les pattes et le bec, nous sommes forcés d'admettre que le type oiseau varie, quant à la charpente osseuse, beaucoup moins que celui des autres animaux vertébrés. On en pourrait citer mille exemples pour un; et certes il y a bien peu de zoologistes qui puissent décider à coup sûr à quel ordre appartient un squelette auquel on aurait ôté le bec et les ongles; et leur hésitation, assez naturelle sur ce sujet, a été la cause de ces ballottages d'espèce à espèce, de genre à genre, dont nous venons de parler.

Voilà les difficultés de la paléontologie des oiseaux bien établies. Ajoutons, pour les faire mieux ressortir, que de nombreuses erreurs sur les fossiles de toutes les classes ont été commises par les plus grands maîtres de la science. Et, sans remonter aux prétendus ossements du roi géant *Teutobochus* ni à l'*Homo diluvii testis*, ni aux trente éléphants de Pyrrhus, dont les seuls squelettes auraient suffi pour couvrir le sol de l'Italie de leurs débris, regardons autour de nous. Que voit-on?...

Ici, le prince Charles Bonaparte rappelle certaines erreurs qui ont été commises par quelques naturalistes, dans la détermination d'espèces d'oiseaux fossiles. Les zoologistes qui ont commis ces erreurs comptent parmi les plus habiles et le plus justement estimés. L'auteur, en rappelant ce fait, a voulu seulement montrer par là quelle difficulté présente, dans l'état actuel de la science, ce genre de détermination paléontologique.

Renvoyons donc, continue le prince Charles Bonaparte, l'ornithologiste curieux de s'instruire en paléontologie, en ce qui concerne l'Europe, aux écrits de Lamanon et de Camper, qui décrivirent les premiers, en 1782 et 1787, des restes d'oiseaux du gypse éocène de Montmartre, bien avant la puissante im-

pulsion donnée par Cuvier, suivie si noblement par MM. Dufrénoy, Croizet, Brongniart, d'Orbigny, Cravard, Jobert, Laurillard, Marcel de Serres, Gervais, Hébert, Lartet, Pomel, etc., en France; le regrettable Schmerling et le laborieux champion de la géologie et de l'anthropologie, d'Omalius d'Halloy, en Belgique; MM. Pictet et Esscher, en Suisse; Nesti, Risso, Savi, Metaxa, La Marmora, Costa, Gemellaro, etc., en Italie; Fischer, Brandt, Eversmann, Keyserling, en Russie; Nilson, etc., en Scandinavie; Buckland, Owen, Bowerbank, Broderip, Wetherell, Mantell, etc., en Angleterre; Karg, Mosler, Germar, van Meyer, Konig, Wagner, Kaup, Nitsch, Giebel, etc., en Allemagne. Consultez, pour l'Asie, les travaux de Pallas, de Blyth, et surtout ceux de Falconer pour l'Inde; pour l'Amérique du Sud, profitez des études de l'infatigable Lund; pour la septentrionale, choisissez, parmi cent autres, les écrits de Deane, Hitchcock, Peale, Godman, Lea, Cooper, Warren, Hays, Morton, etc.

Conseillons surtout au paléontologue ornithologiste de visiter par lui-même les localités les plus intéressantes, parmi lesquelles nous nous permettrons de lui signaler, sans oublier Gibraltar et d'autres points beaucoup moins visités de la Péninsule ibérique, de l'Italie et de la Corse, les brèches de la Sardaigne, et le célebre Monte-Bolca; en Angleterre, les îles Sheppey, Kirkdale, Maidstone, Lawfort, les environs de Torbay et de Norwick, et surtout les terrains argileux de Londres, près de Primrose Hill; en Belgique, Chokier, près de Liége, puis Engis et Remouchamps; en Allemagne, OEningen, Koltennordheim, Ottmuth, dans la Silésie supérieure; Wechevegeln, près Magdebourg; Neustad (dans le Hartz), Karstoff, etc.; et dans notre belle France, la plus grande partie de l'Auvergne, surtout le Cantal, à Pont-du-Château; à Oergovia et au Puy-en-Velay, les environs de Montpellier, d'Aix, de Cette, de Perpignan, Saint-Antoine, Willane, Saint-Gilles, Sansan, Bize, Avison, Sallèles, Pondres, près Sommières, et surtout Meudon, et Montmartre, qui, quoique plus rapproché, est peut-être la localité la plus instructive!

Le prince Bonaparte, dans la suite de son mémoire, établit que presque tous les oiseaux dits vulgairement *antédiluviens* paraissent avoir appartenu aux deux ordres *Ineptes* et *Rudipennes*. Le tableau comparatif et parallélique réunissant ces deux ordres est l'objet essentiel du

mémoire dont nous venons de reproduire les considérations préliminaires.

3

Mystification antédiluvienne.

On connaissait déjà bien des manières d'imiter, de fabriquer avec art, divers objets précieux recherchés par la curiosité des amateurs. On connaissait les antiquités postiches sculptées, les jours de pluie, par les *ciceroni* de Rome et d'Herculanum, et cédées par eux, à des prix inespérés, aux touristes ravis. On connaissait les médailles grecques et romaines obtenues avec toute sorte de métaux hétérogènes, et marquées de la menteuse empreinte fournie par un plâtre complaisant. Sans parler des *Raphaëls* suspects et des *Titiens* apocryphes, on savait encore, par d'habiles supercheries de la lumière et de la couleur, jeter dans l'antre ténébreux des brocanteurs dociles une foule de chefs-d'œuvre controuvés, signés des premiers maîtres de l'art, et destinés à rehausser un jour la magnificence des galeries de nos Turcarets modernes. On savait, en un mot, contrefaire à plaisir tous les produits admirés de l'imagination et de l'art. Mais il restait, en ce genre de supercheries, un dernier pas à accomplir. Contrefaire les œuvres de la mort, imiter, à force de patience et d'industrie, les froids et tristes vestiges façonnés par l'action des siècles, fabriquer de toutes pièces des squelettes d'animaux artificiels, rapprocher d'une main hardie et quelquefois savante mille étranges pièces osseuses, çà et là ramassées, pour en composer des fossiles imaginaires, et tromper, en vue d'un bénéfice de marchand, la confiance et la crédulité des naturalistes, voilà ce qui n'avait pas été essayé jusqu'à ce jour. Cette mystification scientifique, réalisée avec un succès déplorable et couronnée par une impunité prolongée,

s'est accomplie dans la candide Allemagne. Le chirurgien Hoffmann fut l'auteur de ce méfait, et pour peu que le remords ait pu trouver accès dans cette âme perverse, il a dû bien souvent se frapper la poitrine en voyant les conséquences de sa coupable facétie. Les deux Camper et Cuvier, le grand Cuvier lui-même, après avoir reçu des mains perfides d'Hoffmann les fossiles frelatés, après en avoir dessiné et gravé les images dans des livres aujourd'hui célèbres, ont tiré de ces apocryphes débris des conséquences et des déductions scientifiques dont l'erreur vient aujourd'hui briller d'un triste et tardif éclat.

Comment s'est découvert l'affreux pot aux roses scientifique de l'antique Germanie? C'est ce que nous a appris le savant naturaliste Schlegel, dans une lettre adressée au prince Charles Bonaparte et communiquée à l'Institut par cet honorable académicien. M. Schlegel avait été chargé de faire un travail sur le *Mosasaurus*, ou le monstrueux *Saurien* fossile des carrières de Maëstricht, l'un de ces gigantesques débris qui ont révélé au génie de notre grand naturaliste toute une série de créations étranges, aujourd'hui ensevelies dans la poudre des premiers âges du monde. Une grande partie des pièces du *Mosasaurus*, qui ont été rassemblées et décrites par les deux Camper, et dont Cuvier a donné l'explication, se trouvent actuellement déposées au Musée de l'université de Groningue; M. Schlegel a donc commencé par soumettre ces pièces à un nouvel examen[1].

Déjà Adrien Camper, en parlant des osselets des extrémités du *Mosasaurus*, avait reconnu que ces pièces avaient été collées artificiellement par Hoffmann sur un bloc de craie sableuse des carrières de Maëstricht. En examinant ce bloc de plus près, M. Schlegel, non-seulement a reconnu la

1. Le reste du squelette du *Mosasaurus* est conservé dans les collections du Muséum d'histoire naturelle de Paris, où l'on peut heureusement s'assurer de l'intégrité et de l'authenticité parfaites de ce fossile.

justesse de cette observation de Camper, mais il a constaté que le même artifice avait été employé pour un assez grand nombre d'autres pièces décrites par Camper, et après lui par Cuvier. Hoffman ne s'était pas contenté de creuser des trous dans les blocs de craie, de les remplir de plâtre, et d'y fixer les différents débris qu'il se proposait de vendre; poussant plus loin l'audace, il avait réuni en une seule diverses pièces osseuses, et changé leur aspect en les enfonçant en partie dans le plâtre et les superposant les unes aux autres, pour faire croire aux acheteurs que ces restes avaient été retirés des carrières dans la position qu'il lui avait plu d'inventer. Ces fossiles factices, préparés avec un très-grand soin, avaient acquis l'apparence d'une vétusté si parfaite, qu'aucun doute ne s'était élevé dans l'esprit des trop confiants naturalistes; c'est à peine si l'on osait toucher à ces reliques précieuses, en raison de leur fragilité. Il a fallu à M. Schlegel huit jours d'un travail opiniâtre pour détacher et nettoyer, sans les altérer, toutes les pièces du *Mosasaurus*.

Voici quelques-uns des exemples les plus frappants, signalés par M. Schlegel, de la confusion à laquelle a donné lieu la supercherie du chirurgien de Maëstricht :

Camper et Georges Cuvier lui-même, dit M. Schlegel dans sa lettre au prince Bonaparte, avaient pris pour l'os tympanique du *Mosasaurus* une pièce d'une forme très-bizarre et nullement semblable chez les autres *Sauriens*, et Cuvier, en copiant la figure de cet os donnée par Camper, l'avait placée en sens contraire de son original; d'où il résulta qu'après avoir été tournée de droite à gauche par le graveur des planches de Camper, cette figure fut encore tournée sens dessous dessus par Cuvier. En examinant ce débris, je m'aperçus aussitôt que sa partie principale se trouvait, d'un côté, à moitié recouverte d'une lame osseuse très-mince, qui, à son tour, était terminée par un tubercule d'une grandeur assez considérable. Une pareille disposition d'os étant impossible, je dus naturellement conjecturer que ce tubercule ne se trouvait pas à sa place. J'essayai par conséquent de le détacher, et y ayant

réussi, je vis que c'était tout bonnement une épiphyse collée contre la lame en question, que cette lame n'était autre chose que l'os operculaire de la mâchoire inférieure, et que la partie principale de la pièce se trouvait être l'os coronaire de cette même mâchoire.

M. Schlegel est également parvenu à retirer saine et sauve la grande pièce prise par Cuvier pour les restes d'un frontal principal et de deux frontaux antérieurs, « tous, selon Cuvier, fort mutilés par leurs bords, » et il a pu constater que cette pièce se trouve partagée, au moyen d'une suture longitudinale, en deux parties égales, dont l'une est complète et aucunement endommagée par les bords.

Les osselets des extrémités retirés par le naturaliste allemand de leur couche artificielle de plâtre ont donné lieu à des observations très-curieuses. M. Schlegel a reconnu d'abord que les pièces prises par Camper et Cuvier pour des phalanges onguéales ne sont que de simples phalanges à deux facettes articulaires, et que cette erreur de nos savants provenait de ce que Hoffmann avait donné à ces osselets une apparence de forme conique, en enfonçant un des bouts, et le cachant en partie sous la pâte gypseuse qui servit à fixer ces pièces dans un bloc commun de grès.

En conséquence, dit M. Schlegel, l'osselet figuré par Cuvier (*Ossements fossiles*, vol. II, pl. xx, fig. 21) ne diffère en rien de celui représenté sur la même planche, fig. 6, et les phalanges onguéales de cet être sont encore à découvrir.

J'ai encore pu, ajoute M. Schlegel, obtenir des éclaircissements sur les os du carpe. Ceux représentés par Cuvier, fig. 5 et 22, et pris par lui, le premier comme appartenant au *Mosasaurus*, le second à la *Chélone* de Hoffmann ne proviennent pas seulement de la même espèce, mais probablement d'un même individu du *Mosasaurus*, attendu que leurs facettes glénoïdales s'adaptent parfaitement l'une contre l'autre; j'ai de même acquis la certitude que tous les osselets des mains et des pieds figurés par Camper et Cuvier sur les planches précitées, pro-

viennent du *Mosasaurus*, et non pas de la *Tortue marine*, attendu que j'en ai retiré d'absolument semblables de plusieurs blocs intacts qui ne renfermaient que des débris de ce grand *Saurien*, et que les osselets des extrémités de la grande *Tortue marine* offrent une forme tout à fait différente.

Nous bornerons là cet aperçu des erreurs anatomiques dans lesquelles les naturalistes sont tombés par le fait de cette mystification antédiluvienne. Le chirurgien Hoffmann est mort; paix à sa cendre! Mais combien son épitaphe doit mentir!

XIX

PRIX ANNUELS DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT POUR L'INDUSTRIE.

La *Société d'encouragement pour l'industrie nationale* distribue, chaque année, un certain nombre de prix aux inventions ou perfectionnements qui ont exercé une influence heureuse sur les progrès de l'industrie ou de l'agriculture française. Comme l'exprime son nom, la Société d'encouragement a été fondée, au commencement de notre siècle, pour encourager tous les efforts dirigés vers l'utilité publique; pour montrer, dans les industries importantes, les besoins à satisfaire; pour indiquer la voie des progrès, ouvrir des concours entre les savants, les artistes, les artisans et les manufacturiers, et récompenser dignement les succès obtenus. Placés sous la direction du gouvernement, disposant de fonds considérables, composée des hommes les plus éminents dans la science et dans l'industrie, elle a contribué, dans une grande mesure, à diriger et à accroître le mouvement du progrès industriel de la France.

La liste des prix que distribue la Société d'encouragement représente une sorte de bilan de l'année industrielle, un tableau des acquisitions utiles et reconnues telles à la suite d'un examen sérieux dû à des juges compétents. La simple lecture de cette liste suffit donc pour se mettre au courant des découvertes, des perfectionnements, des idées nouvelles, des modifications avantageuses introduites pendant l'année précédente dans le domaine de l'industrie et des arts industriels ou agricoles.

Les prix de la Société d'encouragement se divisent en deux groupes : ceux qui se rapportent à des problèmes et à des questions posés d'avance par la Société, et ceux qui récompensent des inventions ou des perfectionnements dus à l'initiative personnelle de leurs auteurs. Nous commencerons par rapporter cette dernière catégorie de récompenses, toujours la plus importante, et par le nombre et par la valeur des résultats obtenus.

Les inventions et perfectionnements industriels ou agricoles sont récompensés, à la Société d'encouragement, par quatre sortes de médailles : médailles d'or, de platine, d'argent et de bronze. Il est inutile de dire que l'importance de l'invention est mesurée par la valeur de la médaille qu'elle a obtenue.

Nous allons donner l'exposé raisonné des diverses récompenses qui ont été décernées en 1856 par la Société d'encouragement. Nous parcourrons successivement les médailles d'or, de platine, d'argent et de bronze, en reproduisant autant que possible les termes du rapport général publié par la Société, que nous nous contenterons d'analyser et de réduire.

1

Médailles d'or.

1° *Éducation des sangsues*, *par MM. Béchade.*

Il y a six ans à peine, la sangsue médicinale était devenue tellement rare que les classes ouvrières ne pouvaient plus en faire usage. Dès l'année 1839, la Société d'encouragement avait proposé des prix pour la multiplication des sangsues dans nos contrées. C'est surtout à Bordeaux que s'est établie et qu'a prospéré cette nouvelle branche de l'industrie. Dès l'année 1835, MM. Béchade s'étaient livrés, dans le département de la Gironde, à l'élève de la sangsue ; à la suite d'études nombreuses, ils étaient arrivés à élever ces annélides et à en livrer au commerce des quantités considérables.

Les travaux de MM. Béchade ont eu pour résultat de faire naître dans la Gironde une nouvelle industrie, et de donner une plus grande valeur au sol. En effet, des marais qui étaient loués 300 fr. produisirent plus tard 600 fr. et même plus de 700 fr. de location. L'industrie créée par MM. Béchade s'est répandue; aujourd'hui, elle s'exerce sur 5000 hectares de terre, et le capital engagé est de 40 millions. Grâce aux efforts de MM. Béchade, la reproduction des sangsues est assurée en France, qui n'aura plus besoin d'avoir recours à l'étranger pour cet objet important de commerce.

2° Four à chaux, par M. Simonneau.

Par suite d'expériences nombreuses entreprises, depuis un demi-siècle environ, sur des sols très-divers et dans des climats très-différents, la chaux est aujourd'hui considérée comme un amendement des plus efficaces. Elle a d'abord pour résultat d'établir dans le sol une répartition convenable de l'eau, de la silice, de l'argile et du calcaire, matières les plus essentielles à la constitution des terres arables. Elle a encore l'avantage, par sa causticité, de désagréger assez promptement les plantes, les herbes des sols humides et marécageux, de tuer beaucoup d'insectes, et d'apporter un aliment minéral indispensable au développement des plantes, puisque la chaux se trouve contenue, sans exception, dans la trame ligneuse des racines, des tiges, des feuilles, des fleurs, des fruits de tous les végétaux. Le problème de la cuisson économique de la chaux était donc une question de haute utilité agricole. M. Simonneau a construit un nouveau four à chaux, différant essentiellement de l'ancien four par des modifications très-sérieuses, et qui permettent de réduire d'un tiers le prix de la chaux. C'est ce résultat que la Société d'encouragement a voulu récompenser par la médaille d'or décernée à M. Simonneau.

3° Trieur de blé, par MM. Vachon.

MM. Vachon, négociants à Lyon, ont perfectionné, en 1855, un appareil qu'ils avaient fait connaître en 1846, et qui a pour objet l'épuration des blés.

Le *trieur* repose sur cette idée nouvelle, que des trous d'un diamètre convenable, percés dans une feuille de tôle et fermés en dessous, de manière à former des espèces d'alvéoles, offrent un logement aux grains ronds et graviers, sans retenir le grain de blé que l'on veut nettoyer.

MM. Vachon ont considérablement perfectionné leur premier appareil. Ils ont réussi à créer un appareil très-simple, exigeant peu de force, et accomplissant pourtant, d'une manière parfaite et simultanément, les quatre opérations suivantes, nécessaires à une bonne épuration :

1° *Ventiler*, c'est-à-dire chasser du grain la poussière, les balles, et en général tous les *corps plus légers ;*

2° *Emotter*, c'est-à-dire purger le blé des graines, graviers, terres, etc., en un mot, de tous les *corps les plus légers ;*

3° *Cribler*, c'est-à-dire séparer du bon blé les blés maigres, la folle avoine, la majeure partie de l'ivraie, et en général presque tous les *corps étrangers plus petits*,

4° Enfin *trier*, c'est-à-dire purger les blés des graines rondes ou à peu près, des graviers, des terres, etc., de même grosseur que le blé, ainsi que le faisaient les précédents trieurs

4° *Fabrication de l'alcool de betterave dans les établissements agricoles, par M. Champonnois.*

M. Champonnois est l'auteur de la découverte de procédés excellents pour la fabrication de l'alcool de betterave dans les établissements agricoles. L'expérience a confirmé l'espoir qu'avaient fait concevoir les procédés de fabrication mis en pratique par M. Champonnois. Ce fabricant a reçu, à l'Exposition universelle, la grande médaille d'honneur; la Société d'encouragement lui a décerné sa médaille d'or.

5° *Perfectionnements dans l'exploitation des ardoisières d'Angers, par M. Larivière.*

M. Larivière, gérant des *Ardoisières réunies* d'Angers, a apporté dans le mode d'exploitation de ces importantes carrières, et dans l'établissement de leurs produits, des perfectionnements que la Société d'encouragement a récompensés par la médaille d'or.

6° *Fabrication de produits céramiques, par M. Vieillard.*

La ville de Bordeaux possède un des grands centres de la fabrication céramique française. La manufacture de Bacalan, dont les débuts ont été très-difficiles, occupe aujourd'hui, parmi nos fabriques, une place importante. D'importantes améliorations dans l'emploi du combustible, dans les moyens de façonnage, dans les appareils de broyage et de dessiccation

des pâtes, l'appropriation des fours à faïence fine pour cuire la porcelaine dure au moyen du combustible minéral, la substitution de la vapeur à la force de l'homme, la moralisation des ouvriers qui résulte de ces derniers progrès, tels sont les titres de M. Vieillard, administrateur de la manufacture de Bordeaux, à la médaille d'or que lui a décernée la Société d'encouragement.

7° *Fabrication de la céruse, du minium, du blanc de zinc, etc., par MM. Delaunay, Palu et Cie.*

En 1830, M. Palu a fondé à Portillon, près de Tours, un établissement dirigé par MM. Delaunay et Bruzon. On fabrique dans cette usine, par un procédé nouveau, de très-grandes quantités de céruse, de minium, de mine orange, de blanc de zinc, de blanc dit *de Saint-Cyr*, de céruse broyée à l'huile, de blanc de zinc à l'huile, etc. Les procédés de broiement de ventilation, d'incorporation de la céruse, du blanc de zinc à l'huile, sont nouveaux et salubres; toutes les précautions ont été prises pour assainir les ateliers et y entretenir une salubrité complète; enfin, la santé des ouvriers, confiée à un médecin, est l'objet d'une surveillance constante. La Société d'encouragement a décerné la médaille d'or à MM. Delaunay et Palu.

8° *Scierie à rubans, par M. Périn.*

M. Périn est l'auteur d'un système de scierie à rubans ou à lame sans fin, appliqué au débitage des bois courbes, et plus particulièrement des détails de l'ébénisterie; il a apporté à cet important appareil des améliorations extrêmement remarquables.

L'emploi des scies à lame sans fin, déjà tenté plusieurs fois, et successivement abandonné, a reçu, dans les mains de M. Périn, des modifications tellement heureuses, qu'aujourd'hui ses appareils réunissent toutes les conditions désirables, et sont employés dans un certain nombre d'établissements avec beaucoup de succès.

La Société d'encouragement, appréciant l'intelligence, le soin éclairé et la persévérance apportés par M. Périn à l'œuvre qu'il avait entreprise, lui a décerné la médaille d'or.

9° *Fabrication perfectionnée des peluches, par M. Martin.*

Les peluches françaises, si recherchées sur les marchés étrangers, n'ont atteint cette position avantageuse que depuis

une vingtaine d'années. C'est aux efforts persévérants de quelques industriels que le pays doit ces résultats, source de bien-être pour une partie des populations de la Lorraine allemande, de Tarare et de ses environs. La maison J. B. Martin et Pétrus Martin s'est placée à la tête de cette industrie ; elle emploie plus de 2000 ouvriers, transforme annuellement 50 000 kilogrammes de soie, 65 000 kilogrammes de coton, et produit pour plus de 6 millions de peluches.

M. J. B. Martin est l'auteur, dans cette partie spéciale de l'industrie, d'inventions du premier ordre. Il a imaginé un grand nombre de machines ; plusieurs d'entre elles appartiennent aujourd'hui au domaine public, et sont répandues en France et à l'étranger.

10° *Montage de métiers à tisser*, *par M. Prosper Meynier.*

Certains effets qui caractérisent la broderie à la main et la tapisserie ne pouvaient, jusqu'à présent, être obtenus par le tissage des façonnés à basses lisses, sans complications de montage et une dépense considérable qui rendaient ces résultats industriellement impossibles. M. Prosper Meynier, à qui l'art du tissage devait déjà de notables perfectionnements, est parvenu, par un moyen aussi simple qu'ingénieux et économique, à faire disparaître cette infériorité relative du métier à la Jacquard, et à en augmenter les ressources dans la production de la soierie et des étoffes pour meubles.

La chambre de commerce et les principaux manufacturiers de Lyon ont proclamé l'importance de ce nouveau procédé, qui égale au moins tout ce qui a été fait de plus considérable et de plus pratique dans l'application et l'exploitation de la mécanique Jacquard. L'Exposition universelle de 1855 a démontré que le comité des arts mécaniques avait été seulement juste en déclarant que l'invention de M. Meynier faisait époque dans les progrès du tissage, par les avantages immédiats qu'elle présente et par la voie qu'elle ouvre à l'art si difficile du montage. Des innovations de cette valeur contribueront à maintenir notre supériorité dans le tissage des étoffes façonnées, ajoutait le rapport du comité.

La Société d'encouragement, s'associant à cette opinion, a voté la médaille d'or à M. Meynier.

11° *Appareil photo-électrique*, *par M. Jules Duboscq*, *opticien.*

L'appareil photo-électrique construit par M. J. Duboscq a déjà

rendu de grands services à l'étude de la physique. Il sert journellement aux démonstrations, dans les cours publics des sciences physiques et naturelles ; aussi est-il en usage dans tous les cabinets de physique, non-seulement en France, mais encore à l'étranger.

Cet appareil peut, en outre, être fort utilement employé quand il s'agit d'obtenir une lumière douée d'un éclat qui ne le cède en rien à la lumière du soleil ; on peut citer, entre autres applications de ce genre, l'éclairage pour les constructions pendant la nuit, pour les phares, les signaux à bord des navires, etc.

La Société d'encouragement, pour récompenser le mérite de la construction et des perfectionnements apportés par M. Duboscq à l'appareil photo-électrique, lui a décerné une médaille d'or.

12° *Appareil électro-magnétique, par M. Ruhmkorff, ingénieur-mécanicien.*

L'appareil d'induction de M. Ruhmkorff a, depuis près de cinq ans, attiré l'attention des physiciens et des ingénieurs, qui ont pu, avec son secours, réaliser un grand nombre d'expériences du plus haut intérêt. Il a pour but la production d'un courant électrique par induction ; la tension de l'électricité y est suffisante pour permettre à des étincelles d'éclater dans l'air, entre des conducteurs tenus à distance.

Cet instrument n'offre pas seulement un intérêt purement spéculatif. Les services qu'il a déjà rendus et ceux qu'il peut rendre à l'art des mines montrent tous les avantages qu'il peut offrir dans la pratique. A la sécurité, à la facilité que présente son emploi pour provoquer l'explosion de la poudre, vient se joindre l'avantage de pouvoir opérer simultanément l'inflammation en des points différents.

L'appareil d'induction de M. Ruhmkorff doit être considéré comme un instrument des plus précieux, non-seulement pour le physicien, mais encore pour l'ingénieur.

2

Médailles de platine.

1° *Four à air chaud pour la boulangerie, par M. Carville.*

Depuis 1849, M. Carville s'est appliqué à la solution du problème de la cuisson économique du pain dans les fours à air

chaud, où le combustible et les produits de la combustion ne se trouvent jamais en contact direct avec la sole du four, soit avant, soit après l'enfournement du pain. Obtenir une cuisson régulière et uniforme dans un moufle qui reçoit les pains, et cela en employant les combustibles les plus économiques, et en atténuant beaucoup les pertes de chaleur, tel est le but que s'est proposé M. Carville, et auquel il s'est voué avec persévérance. Après de nombreux essais, il est arrivé à établir des fours qui, depuis quelques années, ont fonctionné avec succès. Les travaux de M. Carville ont été jugés dignes de l'approbation de la Société d'encouragement, qui a décerné à l'auteur une médaille de platine.

2° *Peinture encaustique à la cire et papiers peints, par M. Dussauce.*

Des notes remises par M. Dussauce, sur le procédé de peinture à l'encaustique et sur l'établissement des modèles de papier de haute décoration, ont été insérées au *Bulletin* de la Société d'encouragement, comme contenant des détails et des indications qu'il est utile de répandre. Cet industriel a beaucoup perfectionné l'art de la peinture à l'encaustique, principalement pour les compositions murales et monumentales. Enfin, ses travaux ont été hautement appréciés et récompensés par le jury de l'Exposition universelle. La Société d'encouragement a décerné à M. Dussauce la médaille de platine.

3° *Fabrication de porcelaine tendre, par M. de Bettignies.*

La porcelaine tendre, appliquée à la confection des objets d'art, est une poterie très-difficile à faire; M. Brongniart, si bon juge en pareille matière, a dit qu'il fallait plus de génie pour créer cette poterie que pour découvrir la porcelaine dure. M. de Bettignies est le seul des fabricants français qui, de nos jours, ait cherché, par de persévérants efforts, à reproduire le vieux sèvres, qu'il a pris pour type. Les pièces qu'il livre à la décoration se distinguent par des dimensions considérables et par des qualités qui vont en s'améliorant tous les jours.

4° *Machine à faire les sacs en papier, par M. Bréval.*

M. Bréval est l'auteur d'une machine à confectionner les sacs en papier dont on fait usage dans le commerce. Bien que destinée à une fort modeste application industrielle, cette machine a

le double mérite de réaliser une notable amélioration dans le produit fabriqué en même temps qu'un abaissement dans le prix de revient, et ce qui est plus rare encore, d'enrichir la mécanique d'organes entièrement nouveaux.

5° *Appareils de télégraphie électrique, par M. Regnault, chef de la traction au chemin de fer de Saint-Germain.*

La Société d'encouragement a décerné une médaille de platine à M. Regnault pour les nouveaux appareils qu'il a imaginés, et qui ont pour résultat : 1° de transmettre, d'une station de chemin de fer à la station voisine, un signe indiquant qu'un train vient de quitter la station et s'engage sur la voie dans une direction donnée, signe qui reste permanent et visible à tous aux deux stations de départ et d'arrivée, jusqu'à ce qu'il soit effacé par le chef de la station d'arrivée, au moment où le train annoncé va la quitter pour continuer sa route; 2° de transmettre des demandes de secours, de points établis sur la ligne à des intervalles de 4 kilomètres l'un de l'autre, à la station de dépôt la plus voisine.

Les combinaisons imaginées par M. Regnault réunissent les conditions de facilité et d'exactitude dans la transmission, et de simplicité dans les signes transmis, auxquelles doivent satisfaire les systèmes télégraphiques d'un usage courant sur les lignes de chemin de fer.

6° *Appareil de sûreté pour les chemins de fer, par M. Vignier, employé au chemin de fer de l'Ouest.*

M. Vignier a imaginé une disposition très-simple pour préserver les trains de chemins de fer de toute rencontre avec d'autres trains ou avec des machines au passage des embranchements. Le principe sur lequel repose son invention consiste à établir, entre les différents appareils, disques et aiguilles de changement de voie, une solidarité telle que la manœuvre qui livre passage à un train sur un point dangereux, soit mécaniquement impossible tant que l'on n'a pas opéré toutes celles qui sont destinées à préserver de tout accident. Cette connexion s'établit à l'aide d'un système de tiges à verrou enrayant ces divers appareils, et commandés successivement par chacun d'eux, de manière qu'ils se déclanchent au fur et à mesure de leur fonctionnement, et qu'on ne peut manœuvrer le dernier qui permet le passage du train, qu'autant que toutes les autres manœuvres destinées à le protéger ont été exécutées.

Le chemin de fer de l'Ouest, dont fait partie M. Vignier, applique ce système à tous ses embranchements, et il est appelé à se répandre dans l'exploitation des différentes compagnies.

3

Médailles d'argent.

1° *Tréfilerie du plomb, par M. Poulet.*

M. Poulet a découvert, en 1843, un procédé très-simple pour tréfiler le plomb, c'est-à-dire pour l'étirer en fils de tout diamètre et de toute longueur, sans altérer en aucune façon la nature du métal. Cette invention a acquis depuis une certaine importance. Les fils de plomb sont recherchés aujourd'hui par un assez grand nombre d'industries. En France, en Angleterre, en Italie, en Russie, on pourrait dire dans tous les pays, on emploie les fils de plomb pour les besoins du jardinage, pour l'établissement ou l'entretien des métiers à la Jacquard, pour la fabrication des pianos. Les fabricants de plaqué les emploient presque exclusivement dans la confection des rebords; les fabricants de voitures s'en servent pour l'agencement de certaines parties de leurs modèles. La science elle-même commence à en faire emploi comme conducteurs électriques, notamment dans la galvanoplastie : la médecine aussi en fait usage. On peut donc dire que déjà le tréfilage du plomb a pris rang parmi les industries utiles.

La Société d'encouragement a récompensé l'auteur par une médaille d'argent.

2° *Rasoirs fabriqués avec des aciers français, par M. Lanne.*

M. Lanne, fabricant de coutellerie, à Paris, a prouvé à la Société d'encouragement qu'il pouvait employer, dans la fabrication des rasoirs, des aciers français, et que les rasoirs fabriqués avec ces aciers pourraient être comparés à ceux obtenus avec l'acier anglais.

3° *Filtre-plongeur, par MM. Fonvielle, Brun et Cie.*

MM. Fonvielle, Brun et Cie ont perfectionné le filtrage des eaux, en imaginant un nouvel appareil qu'ils nomment *filtre-plongeur*. Cet appareil, appliqué soit en grand pour les eaux

d'une ville, soit en petit pour les ménages, donne un filtrage rapide, commode et surtout économique.

4° Fût de sûreté à jauge invariable, par M. David Macaire.

M. David Macaire, recherchant les moyens de prévenir toute fraude sur les liquides en fût, a imaginé des appareils de garantie et de sûreté applicables soit pendant le transit, soit durant l'emmagasinage. Ces appareils, qui sont : 1° un fût; 2° un robinet; 3° une bonde; 4° un rivet, concourent tous au but proposé, et sans augmentation de prix notable, relativement à celui des appareils analogues employés jusqu'à ce jour.

5° Lampe à modérateur, par M. Neuburger.

La lampe à modérateur, par suite de l'agencement même des pièces qui la composent, ne peut donner qu'une durée d'éclairage limitée; on est obligé de la remonter quelquefois à plusieurs reprises dans le cours d'une soirée. A cet inconvénient, vient s'en ajouter un autre, non moins grand, celui de n'être averti du moment où il convient de retendre le ressort que quand la lumière a déjà perdu beaucoup de son éclat, et quand la mèche est déjà plus ou moins charbonnée. M. Neuburger est parvenu à parer à ces inconvénients. La Société lui a décerné à ce titre la médaille d'argent.

6° Lampe de sûreté pour mines et usines, par M. Dubrulle.

M. Dubrulle, de Valenciennes, est inventeur d'une lampe de sûreté pour les mines, qui présente cette particularité que le tamis en toile métallique entourant la flamme ne peut être enlevé sans éteindre préalablement la lampe. Par cette disposition, on évite le danger auquel expose trop souvent l'imprudence des ouvriers, qui, pour y voir plus clair, découvrent la flamme de leur lampe.

Le système de M. Dubrulle paraît propre à rendre d'utiles services, non-seulement dans les mines de houille à grisou, mais encore dans les distilleries, les usines à gaz, et généralement dans tous les établissements où il peut se former des mélanges détonants de certains gaz ou vapeurs avec l'air atmosphérique.

7° Foyer domestique fumivore, par M. Boquillon.

M. Boquillon, recherchant la cause de la fumée dans les

foyers, l'attribue à la combustion imparfaite des matières volatiles; or l'imperfection de cette combustion s'explique par l'insuffisance du degré de chaleur du lieu où se forment les gaz et surtout de celui qu'ils traversent avant de s'échapper. Pour obvier à cet inconvénient, M. Boquillon, corrigeant la forme du foyer et modifiant son mode de chargement, est parvenu à la solution du problème qu'il s'était posé. La Société d'encouragement lui a décerné la médaille d'argent.

8° *Fabrication des tôles perforées, par M. Calard.*

La Société d'encouragement a décerné, en 1845, une médaille de bronze à MM. Calard père et fils, fabricants de tôles perforées, pour leurs cribles et leurs râpes.

Depuis cette époque, M. Calard fils a apporté, dans cette fabrication, des développements et des améliorations importants. La Société, voulant encourager M. Calard dans les progrès qu'il réalise dans cette industrie spéciale, lui a accordé une médaille d'argent.

9° *Menuiserie par procédés mécaniques, par M. Lanier.*

M. Lanier a organisé un établissement dans lequel il exécute, à l'aide de machines-outils, une partie notable du travail de la menuiserie des bâtiments civils.

Des scieries verticales alternatives, des scieries circulaires, y sont employées à débiter les bois aux dimensions voulues. Des machines à fraises, animées d'un mouvement rapide, exécutent les rainures, les anguettes, les moulures et les profils si variés de la menuiserie, etc., etc.

En introduisant ainsi dans le travail de la menuiserie de bâtiment les procédés, à la fois plus parfaits et moins coûteux, qu'avaient déjà adoptés quelques branches de l'industrie du travail des bois, M. Lanier a réalisé un progrès très-intéressant, et s'est rendu digne de recevoir de la Société d'encouragement la médaille d'argent.

10° *Indicateur de pression, par M. Clair.*

La Société a décerné à M. Clair une médaille d'argent pour les dispositions ingénieuses qu'il a introduites dans les appareils indicateurs de la pression dans les machines mues par l'action de la vapeur ou d'autres fluides élastiques.

11° *Flotteur-indicateur, par M. Lethuillier-Pinel.*

M. Lethuillier-Pinel, de Rouen, est inventeur d'un appareil nouveau pour l'indication de la hauteur de l'eau dans les chaudières à vapeur.

Cet appareil, qu'il nomme *indicateur magnétique*, se compose d'un flotteur surmonté d'un aimant qui se meut dans une gaîne placée sur le dôme de la chaudière. Les mouvements de l'aimant sont rendus sensibles par ceux d'une petite masse de fer mobile le long d'une échelle graduée. L'appareil est complété par un sifflet d'alarme mis en jeu par le flotteur.

L'indicateur de M. Lethuillier-Pinel commence à se répandre, et les industriels qui l'emploient semblent n'avoir qu'à se louer de la régularité et de la netteté de ses indications.

12° *Substitution des engrenages aux cordes pour la commande des broches de filatures, par M. Léopold Muller.*

M. Léopold Muller, constructeur de machines à Thann, est parvenu, dans les métiers à filer, à substituer les engrenages aux cordes et courroies pour la commande des broches. La grande vitesse imprimée à ces broches, la nécessité de l'arrêt instantané d'une seule d'entre elles, constituaient les obstacles principaux du problème, dont la solution fut maintes fois tentée. M. Muller a surmonté ces obstacles. Les métiers modifiés par lui sont plus simples dans leurs transmissions de mouvements, plus légers à conduire; ils réclament moins de force motrice, moins de réparations, et donnent des résultats plus uniformes que les machines auxquelles ils se substituent progressivement. M. Muller est, par conséquent, l'auteur d'un perfectionnement très-estimable.

13° *Nouvelle sonnerie d'horloge à répétition d'heures, par MM. Detouche et Robert Houdin.*

MM. Detouche et Houdin ont construit une nouvelle sonnerie d'horloge publique à répétition d'heures, dans la construction de laquelle ils ont fait preuve de bon goût, de savoir-faire et d'habileté.

14° *Araire perfectionné, par M. Louis Parquin.*

L'araire de M. Louis Parquin, de Villeparis (Seine-et-Marne), a déjà rendu de notables services dans le départe-

ment de Seine-et-Marne. Il s'y est répandu rapidement, et a remplacé en partie l'informe charrue de Brie, ancien modèle, qui exigeait une grande force de tirage. Plusieurs agriculteurs de renom l'ont adopté sur divers autres points de la France.

15° *Éducation des sangsues, par M. Rollet, médecin en chef de l'hôpital militaire de Bordeaux.*

La commission envoyée par la Société d'encouragement à l'exposition de Bordeaux, a visité un marais établi par M. Rollet, dans son domaine de Montsalut. Elle a constaté les efforts faits par ce médecin pour obtenir une grande quantité de sangsues sur un petit espace, tout en surveillant avec attention ces annélides, qui sont souvent la proie d'un grand nombre d'animaux. Voulant récompenser les efforts de M. Rollet, la Société d'encouragement lui a décerné une médaille d'argent.

16° *et* 17°. *Enseignement du dessin, par Mme Cavé et par M. Lecoq de Boisbaudran.*

Sur les rapports de la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie, et de la commission des récompenses, la Société d'encouragement a décerné la médaille d'argent :

1° A M. Lecoq de Boisbaudran, pour les applications remarquables qu'il a faites des moyens intellectuels à l'enseignement du dessin industriel ;

2° A Mme Cavé, comme marque de sympathie pour tout ce qui intéresse l'enseignement des jeunes personnes.

18° *Ateliers de confection de dessins de tapisserie, par M. Sajou.*

Continuateur des beaux travaux de M. Rouget de Lisle sur l'art de la tapisserie, M. Sajou s'est efforcé, depuis seize ans, de doter la France de la fabrication des dessins de divers ouvrages de dames, et notamment des dessins de tapisserie connus sous le nom de *point de Berlin*, et il y a réussi.

M. Sajou a publié plus d'un million de modèles de toutes sortes, et a contribué à répandre partout le bon goût français. Enfin, il a initié et accoutumé des jeunes filles à l'amour du travail et à diverses industries qui peuvent les faire vivre honorablement en sortant de ses ateliers.

C'est d'après le rapport fait au nom de la commission des beaux-arts appliqués à l'industrie, que la Société d'encouragement a cru devoir décerner à M. Sajou une médaille d'argent.

19° *Procédés de peinture à l'huile, par M. de Lamare.*

M. de Lamare, artiste peintre, a depuis longtemps soumis à l'Institut des *toiles absorbantes*, qui ont été l'objet d'opinions favorables de la part des membres les plus compétents des deux académies, MM. Horace Vernet et Chevreul.

Depuis, M. de Lamare a également soumis ses toiles ainsi qu'un procédé chimique, ayant le même but, à la Société d'encouragement, qui lui a décerné la médaille d'argent.

20° *Procédés de gravure en couleurs, par M. Isnard Desjardins.*

La gravure en couleurs, pratiquée depuis peu par M. Isnard Desjardins, présente maintenant une collection de fac-simile assez exacts pour qu'un artiste lui-même s'y méprenne à première vue. Désormais, la jouissance des aquarelles et bientôt peut-être celle des peintures à l'huile, au lieu d'être bornée, comme elle l'est aujourd'hui, à quelques personnes privilégiées, pourra s'étendre à tous. L'artiste obtiendra donc pour ses œuvres le genre de popularité qu'accordaient exclusivement la lithographie ou la gravure en noir. Les procédés de M. Desjardins sont simples; et, bien qu'ils soient encore du seul domaine des arts, ils seront bientôt acquis à l'industrie.

21° *Objets d'art moulés en zinc, par MM. Miroy frères.*

MM. Miroy frères, fabricants de bronze d'art, à Paris, s'occupent de la fabrication d'objets d'art en zinc moulé. Ces objets, qu'ils exécutent sur une grande échelle, sont obtenus par le moulage, soit en sable, soit dans des creux métalliques.

Les moules métalliques dont on faisait usage il y a peu d'années encore étaient de bronze ou de fer. Ils ont été remplacés, chez MM. Miroy, par des creux en zinc, ce qui apporte une économie notable dans leur fabrication, et permet de livrer le zinc monté à 50 0/0 au moins au-dessous du prix des mêmes objets fabriqués en bronze.

22° *Objets en galvanoplastie renforcée, par M. Bouilhet.*

Les procédés imaginés par M. Bouilhet, ingénieur civil, permettent de donner à une pièce d'orfévrerie produite par la

galvanoplastie toute l'apparence et la solidité d'une pièce provenant de la fonte. Ils suppriment l'emploi des matrices en acier, toujours coûteuses; ils économisent la main-d'œuvre, ils produisent à peu de frais des œuvres dont l'exécution, par la fonte et la ciselure, eût coûté des sommes considérables, et dont chaque épreuve présente, dans ses moindres détails, les finesses du premier modèle.

23° *Restauration des émaux*, *par M. Pierrat.*

M. Pierrat a fait de l'étude des émaux et des terres cuites toute la préoccupation de sa vie; aussi a-t-il acquis, comme réparateur de ces objets, une juste réputation.

La restauration des émaux ne peut se faire qu'à froid; il faut raccorder, avec des couleurs minérales ou végétales, les tons obtenus primitivement par l'emploi du feu. M. Pierrat fait ces sortes de raccords avec une telle perfection, que les yeux les plus exercés pourraient s'y méprendre.

M. Pierrat possède, en outre, pour la restauration des faïences, des compositions de terre et de vernis fort analogues aux recettes de Bernard Palissy.

24° *Amélioration dans la facture des orgues, par MM. Claude frères.*

La Société d'encouragement, ayant reconnu que MM. Claude frères ont rendu un véritable service à la facture des orgues par les améliorations qu'ils y ont introduites, leur a décerné une médaille d'argent.

4

Médailles de bronze.

1° *Appareils uranographiques*, *par M. Robert.*

M. Henri Robert, horloger de la marine impériale, a construit, pour l'usage des écoles, plusieurs instruments aussi simples qu'ingénieux, qui, approuvés et recommandés par la Société d'encouragement, ont été d'un très-utile secours dans un grand nombre de maisons d'éducation. Mais on a surtout remarqué celui de ces appareils qui est destiné à expliquer la *précession des équinoxes*, et qui, s'il rappelle celui de Bohnenberger, est plus complet que ce dernier et d'une utilité plus générale pour la démonstration. Aussi a-t-il été adopté pour l'enseignement dans plusieurs de nos écoles supérieures.

La Société d'encouragement a accordé à M. H. Robert la médaille de bronze

2° *Coupe-racine*, *par M. Durant.*

M. Durant, de Biercourt (Meuse), a imaginé un coupe-racine très-simple, qu'un homme manœuvre facilement, et à l'aide duquel il peut, par heure, diviser 10 hectolitres de pommes de terre en tranches propres à être données au gros bétail.

Cet outil, facile à construire, et par conséquent à réparer; peut rendre des services aux petites exploitations agricoles, qui en utilisent déjà un grand nombre.

3° *Teinture des peaux*, *par M. Pigalle.*

Les peaux imprimées que M. Pigalle a soumises à l'appréciation du conseil de la Société d'encouragement offrent des qualités incontestables. L'étoffe unie et veloutée est d'un effet agréable, et, à une petite distance, elle imite les draps ouvragés de manière à tromper la vue; de plus, les couleurs sont assez solides pour que l'étoffe puisse être nettoyée par les moyens dont on se sert communément dans le dégraissage du drap. Ces avantages rendent ces peaux très-propres à être employées à l'intérieur comme tentures; elles peuvent aussi servir à garnir les meubles et les voitures, et même à confectionner diverses sortes de vêtements.

4° *Incrustations colorées*, *par M. Tissot.*

M. Tissot, verrier, ancien fabricant de cristaux à Lyon, a soumis à l'examen de la Société d'encouragement des colorations vitreuses, obtenues au moyen de l'incrustation. M. Tissot, à diverses époques de sa carrière, a rendu des services à l'art de la vitrification; la Société d'encouragement lui a décerné une médaille de bronze.

5° *Lorgnettes à pliants*, *par Mme veuve Margras.*

Mme Margras a perfectionné le système de lorgnettes imaginé par feu M. Margras, son mari, opticien à Paris, qui avait appliqué aux lorgnettes-jumelles le mécanisme connu sous le nom de *zigzag*. Ces jumelles ont l'avantage non-seulement de conserver leur légèreté, leur peu de volume et leur bon marché, mais aussi d'offrir beaucoup plus de solidité, de régula-

rité dans leur développement et plus de constance dans le parallélisme des verres.

6° *Petit alambic d'essai pour les vins et autres liqueurs alcooliques, par M. J. Salleron.*

Les dispositions ingénieuses adoptées par M. Salleron ont mérité l'approbation de la Société; son alambic d'essai, fondé sur les principes de celui de Gay-Lussac, offre l'avantage d'être très-portatif et de pouvoir être livré à un prix très-modéré.

7° *Cherche-fuite du gaz d'éclairage, par M. Maccaud.*

M. Maccaud, ayant remarqué que les gaz comprimés dans les tuyaux sortaient avec sifflement par les fissures des parois, a appliqué ce phénomène à la recherche des fuites de gaz dans les conduites. Par ce procédé, l'inventeur évite les recherches par le flambage, si dangereuses dans leur application, et met sous la main vigilante du gardien un appareil sûr, certain, ne présentant aucun danger et toujours prêt à fonctionner. Ce sont les résultats obtenus par le cherche-fuite de M. Maccaud que la Société d'encouragement a récompensé par la médaille de bronze,

8° *Moyens d'assainissement des lieux humides et insalubres, par MM. Morin et Pétiaux.*

M. Morin, aidé de M. Pétiaux, architecte de Valenciennes, a fondé, près de cette ville, une fabrique de carreaux ou plaques de terre cuite, vernissés d'un côté, ayant pour but d'établir un isolement et des courants d'air à l'intérieur des murs pénétrés d'humidité. L'application de ces carreaux a été faite, d'après le vœu du conseil des bâtiments civils, dans deux bâtiments du quartier des aliénés de Bicêtre; tous deux adossés à un terre-plein d'environ 2 mètres et demi de hauteur, d'ensemble 50 à 60 mètres de longueur, et formant chacun une seule salle dont le mur, au droit du terre-plein, était tellement pénétré d'humidité, que l'on avait été obligé d'abandonner ces salles et de les laisser presque sans usage. Ces salles sont maintenant préservées de l'humidité et servent sans cesse de réfectoires et de classes entre les repas.

En conséquence, la médaille de bronze a été accordée à MM. Morin et Pétiaux.

9° *Établissement d'une filature de soie grége à Bruges, près Bordeaux, par M. Roger (Sébastien).*

Pour manifester au directeur de l'établissement de Bruges, M. Sébastien Roger, son adhésion à son entreprise, la Société d'encouragement, qui avait proposé des prix pour l'introduction de magnaneries et de filatures de cocons dans les localités où l'industrie de la soie n'existait pas, a décerné à M. Sébastien Roger une médaille de bronze.

10° *Hirudoculture dans les marais de la Gironde, par M. Wilman.*

L'élève des sangsues ayant fait d'immenses progrès dans le département de la Gironde, la Société, qui, par ses encouragements, a suscité le développement de cette industrie, avait chargé la commission déléguée par elle à l'exposition bordelaise de s'assurer de l'état de la question. Cette commission a visité les marais établis par M. Wilman dans une vallée des Landes : elle a reconnu que le propriétaire avait fait tous ses efforts pour rendre salubres les marais à sangsues. Voulant encourager ces recherches, elle a décerné à M. Wilman une médaille de bronze.

Nous passons maintenant à l'analyse des récompenses décernées par la Société d'encouragement à la suite du concours que la Société propose chaque année aux industriels, sur des questions dont elle arrête elle-même le programme. Les questions posées cette année avaient eu pour but l'agriculture, l'art des constructions et l'analyse chimique des engrais.

1° *Travaux relatifs à la vérification des engrais commerciaux.*

Pour suppléer à l'insuffisance des fumiers ordinaires, les agriculteurs ont, pendant longtemps, hésité à faire usage des engrais préparés par l'industrie. Les falsifications trop nombreuses et trop faciles dont ces engrais artificiels étaient l'objet avaient fait naître, à cet endroit, une juste défiance. L'emploi des engrais chimiques est pourtant de nature à produire de merveilleux effets. C'est, par exemple, une des belles découvertes de ce siècle que d'avoir trouvé que quatre hectolitres

de charbon animal seulement, employés pour chaque hectare d'un sol nouvellement défriché, mettent immédiatement en toute fertilité un terrain auparavant stérile. Mais si le noir animal contient une forte proportion de matières étrangères, son efficacité est anéantie, et dès lors les travaux et les sueurs du défricheur de landes sont entièrement perdus.

Grâce aux efforts persévérants de M. Bobierre, aujourd'hui vérificateur en chef des engrais de la Loire-Inférieure, département dans lequel est concentré le commerce du noir animal, la fraude a été vaincue; des mesures efficaces, confiées au zèle et au dévouement de cet habile chimiste, sont prises désormais pour que l'agriculture ne puisse plus jamais acheter que des engrais d'une composition chimique connue.

La Société d'encouragement a décerné à M. Bobierre une médaille d'or de 500 francs.

2° *Travaux relatifs à l'histoire et à la guérison de la maladie de la vigne.*

La Société d'encouragement, émue des dangers qui menacent l'industrie viticole, avait proposé, en 1854, des prix pour une somme de 10 000 fr. Ces prix étaient destinés à récompenser les praticiens et les savants qui, par des observations bien faites, des expériences authentiques, des recherches convenablement dirigées, auraient jeté quelque lumière sur l'origine et la marche de la maladie de la vigne, sur sa nature intime, sur les effets obtenus par l'emploi de divers moyens préventifs ou curatifs appliqués à la combattre. M. le ministre de l'agriculture et du commerce a bien voulu ajouter une somme de 7000 fr. aux prix promis par le programme de la Société à l'inventeur du moyen préventif ou destructeur le plus efficace pour la maladie de la vigne.

Cent seize mémoires ont été envoyés au concours; plusieurs d'entre eux ont jeté la plus vive lumière sur les diverses questions que soulèvent l'étude et la guérison de la maladie de la vigne.

La Société d'encouragement a décerné des encouragements de 1000 francs chacun :

1° A M. Gonthier, pour l'application de la fleur de soufre;

2° A MM. Targioni, Tozetti et Bechi, pour leur mémoire sur la nature de la maladie et leur travail d'analyse chimique sur le raisin.

Huit encouragements de 500 fr. chacun :

1° A M. Gasparini, pour la description de l'*oïdium Tuckeri*, et l'histoire de son développement;

2° A MM. Polli et Bonzanini, pour la bonne direction de leurs expériences sur divers procédés curatifs;

3° A M. Camille Leroy, pour son histoire de la marche de la maladie;

4° A M. Guérin-Méneville, pour ses planches où sont dessinés l'oïdium dans ses diverses évolutions, et les vignes attaquées à diverses époques de l'invasion du mal;

5° A M. Houzé, pour ses efforts à répandre l'emploi de la fleur de soufre, et à faire et à diriger des expériences sur une grande échelle;

6° A M. Guillot, pour ses expériences sur l'emploi de la vapeur d'eau bouillante;

7° A MM. Malapert et Collinet, pour leurs nombreuses expériences sur divers moyens curatifs;

8° A M. Lefèvre-Chabert, pour son enquête sur la marche et les diverses phases de la maladie.

3° *Amélioration de la race des vers à soie.*

Les races indigènes des vers à soie subissent une dégénérescence rapide et fatale qui fait le désespoir des éducateurs nationaux. On a quelque temps espéré de la prévenir, mais cet espoir a toujours été déçu. L'abâtardissement des races est amené à un tel point en France, que nos producteurs sont obligés, presque tous, d'aller chercher la graine au dehors. Ces graines sont souvent falsifiées et ne donnent que des récoltes médiocres. Malgré ces inconvénients, l'importation étrangère va toujours en augmentant. En 1854, elle a été de 43 513 kilogr., qui représentent à peu près la totalité de la graine employée en France, et une valeur moyenne de 9 millions, rendant environ 100 millions de graines de cocons.

M. André Jean a consacré dix-sept années à la recherche des moyens propres à arrêter les progrès de la dégénérescence des vers à soie, et à conserver à la race indigène sa pureté primitive.

Les procédés mis en usage par M. et Mme André Jean pour l'élève des vers à soie, ont été l'objet d'un examen sérieux et détaillé de la part d'une commission nommée par la Société d'encouragement. Un local fut loué, aux frais de la Société, dans le domaine de Neuilly, et disposé par ses ordres en ma-

gnaneries. Les résultats de l'examen auquel se sont livrés les commissaires de la Société ont été entièrement favorables à la méthode employée par M. et Mme André Jean. Ils ont démontré l'excellence de la graine de vers à cocons blancs que possèdent M. et Mme André Jean, après dix-sept années d'éducations successives. La beauté des cocons jaunes obtenus, après deux générations, par M. et Mme André Jean, de graines qui ont été mises à leur disposition depuis trois années seulement, tend à confirmer l'opinion favorable que s'est formée le conseil de la Société sur l'efficacité des procédés de ces habiles éducateurs.

En conséquence, la Société d'encouragement a décerné à M. et à Mme André Jean une médaille de la valeur de 3000 francs.

4° Instruction générale sur les matériaux incombustibles.

La Société d'encouragement avait institué deux prix, l'un de 2000 fr., pour une instruction générale sur la nature et l'emploi des matériaux naturellement ou artificiellement incombustibles, et l'autre de 3000 fr., pour tous nouveaux procédés, matériaux ou modes de construction, susceptibles de produire l'incombustibilité.

1° La moitié du prix de 2000 fr. a été accordée par la Société à M. Isabey (Léon), architecte des monuments historiques au ministère d'État, qui, s'il n'a pas complétement atteint le but indiqué, a donné du moins des preuves incontestables de talent et d'instruction, par de nombreux détails graphiques écrits et chiffrés.

2° Deux mentions honorables ont été accordées, l'une à M. Aubert-Schwickardi, de Paris, en raison des vues de haut intérêt qui l'ont dirigé pour l'établissement des habitations rurales et coloniales, l'autre à M. Chaix, de l'île Maurice, à Toulon, comme marque de sympathie de la Société pour les vues philanthropiques qui ont motivé la construction de sa petite maison incombustible.

5° Culture en grand, en France, de plantes étrangères, ou même de plantes indigènes jusqu'alors négligées.

La Société d'encouragement avait ouvert un concours pour la culture en grand, en France, de plantes étrangères, même de plantes indigènes jusqu'alors négligées.

Elle a pensé que deux personnes étaient entrées dans ses vues, l'une par l'introduction, à l'île de la Réunion, d'une nouvelle variété de canne à sucre, la seconde par la culture du riz dans les landes de Bordeaux.

L'introduction d'une nouvelle variété de canne à sucre dans l'île de la Réunion a été un véritable bienfait pour la colonie. L'ancienne variété cultivée était affectée d'une maladie qui, en diminuant la quantité du jus, en altérait encore la qualité; en sorte que les habitants se voyaient menacés de perdre la principale source de leur revenu et de leur bien-être. La canne rose et verte de Batavia, que M. Diard a apportée dans l'île, est, au contraire, exempte de la maladie; elle a pu remplacer l'ancienne variété, et on s'est empressé de la propager. Le gouverneur de l'île de la Réunion a obtenu un crédit de 70 000 fr. pour en faire venir des plants des Indes hollandaises; de cette manière, et l'industrie et la fortune de la colonie ont été sauvées.

Le conseil de la Société d'encouragement a pensé que M. Diard, par l'introduction, à l'île de la Réunion, de cette variété rose et verte de la canne à sucre de Batavia, était entré parfaitement dans l'objet du concours.

Associé et agent d'une compagnie formée de propriétaires de landes irrigables, à quelque distance de la Teste-de-Buch, dans les landes de Bordeaux, M. Féry a essayé la culture du riz dans ces landes. Cet essai a réussi, et aujourd'hui plusieurs centaines d'hectares sont mis en rizières dans ce pays, et donnent des produits abondants. Stimulés par l'exemple, d'autres propriétaires préparent leurs landes pour la culture du riz, et tout fait espérer que cette culture s'étendra et viendra arracher à une stérilité presque complète des terrains qui n'attendaient pour produire, d'une part, que leur affranchissement des droits d'usage et de parcours, et d'autre part, que l'application de l'intelligence.

Le prix de 3000 fr. proposé par la Société d'encouragement pour la culture en grand des plantes étrangères a été partagé entre MM. Diard et Féry.

Telle est la série des récompenses qui ont été décernées, en 1856, par la Société d'encouragement. Nos lecteurs

auront trouvé, dans cet exposé rapide, l'occasion de s'initier à un grand nombre d'inventions ou de perfectionnements dont la connaissance est de nature à les intéresser, et que nous n'aurions pu mettre sous leurs yeux par un moyen plus simple ni plus exact.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

TABLE ALPHABÉTIQUE

DES PRINCIPAUX NOMS D'AUTEURS CITÉS DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE ALPHABÉTIQUE.

Ch. Lahure, imprimeur du Sénat et de la Cour de Cassation, rue de Vaugirard, 9.

29° 30°

ISTHME DE

AVEC LE TRACÉ DES CA

PAR S. A. LE VICE-RO

Gebel Armar ou Dahab

MASR ou LE CAIRE

Boulak

Citadelle

Gebel

Vieux Caire

Magasin à Poudre

Bassatine

Der el adawieh

Couvent de Deir el Bagla

Tourah

30°

Echelle de $\frac{1}{500,000}$

Myriamètres

0 1 2

Lieues de 25 au degré

1 2 3 4 5

Heures de marche des caravanes

1 2 3 4 5 6

29° 30°

Gravé chez Erhard Schièble R. Bonaparte 42.

